



# Brandschutzkonzepte für mehrgeschossige Gebäude und Aufstockungen

# Impressum

## Herausgeber:

Holzbau Deutschland - Institut e.V.  
Kronenstraße 55-58  
10117 Berlin  
www.institut-holzbau.de

## Projektpartner:

- Deutscher Holzfertigbau-Verband e.V., Ostfildern
- Förderpartner Deutscher Holzbau, Berlin
- Gütegemeinschaft Holzbau-Ausbau-Dachbau e.V., Berlin
- Holzbau Deutschland - Bund Deutscher Zimmermeister im ZDB und seine Landesverbände, Berlin
- Holzbau Deutschland Leistungspartner, Berlin
- proHolz BW GmbH, Ostfildern
- Landesbetrieb Wald und Holz NRW, Münster

Die technischen Informationen dieser Schrift entsprechen zum Zeitpunkt der Drucklegung den allgemein anerkannten Regeln der Technik. Eine Haftung für den Inhalt kann trotz sorgfältiger Bearbeitung und Korrektur nicht übernommen werden. Hinweise zu Änderungen, Ergänzungen und Errata unter: [www.informationsdienst-holz.de](http://www.informationsdienst-holz.de)

Die Wortmarke INFORMATIONSDIENST HOLZ ist Eigentum des Informationsverein Holz e.V.  
[www.informationsvereinholz.de](http://www.informationsvereinholz.de)

Erschienen: 01/2019  
ISSN-Nr. 0466-2114  
holzbau handbuch  
Reihe 3: Bauphysik  
Teil 5: Brandschutz  
Folge 1: Brandschutzkonzepte für mehrgeschossige Gebäude und Aufstockungen

## Bearbeitung:

Prof. Dr.-Ing. Dirk Kruse, Braunschweig - Wolfsburg  
Dr.-Ing. Michael Dehne, Gifhorn

## Fachredaktion:

Dipl.-Ing. (FH) Jörg Bühler und  
Dipl.-Ing. (FH) Johannes Niedermeyer,  
Holzbau Deutschland - Institut e.V., Berlin

## Begleitende Arbeitsgruppe:

- Prof. Dipl.-Ing. (FH) Architekt Ludger Dederich, Hochschule Rottenburg
- Dipl.-Ing. (FH) Tobias Götz, Pirmin Jung Deutschland GmbH, Sinzig
- Dipl.-Ing. (FH) Jörg Hiller, Bauer Holzbau GmbH, Satteldorf-Gröningen
- Prof. Dr.-Ing. Björn Kampmeier, Hochschule Magdeburg-Stendal
- Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter, Technische Universität München
- Prof. Dr.-Ing. Jochen Zehfuß, Technische Universität Braunschweig
- M.Eng. Nils Eichentopf, Braunschweig

## Gestaltung:

Martin Reinschlüssel, sinnfluter die Werbeagentur,  
Rheinbach

# Inhalt

Seite 3	_ <b>Impressum</b>	Seite 34	<b>6</b> _ <b>Bauteilprüfungen</b>
4	_ <b>Inhalt</b>	34	6.1 _ Erforderlicher Bauteilprüfaufwand im mehrgeschossigen Holzbau der Gebäudeklasse 4
5	<b>1</b> _ <b>Einführung</b>	34	6.2 _ Feuerwiderstandsprüfung nach DIN EN 1363-1
8	<b>2</b> _ <b>Definitionen und Begriffe</b>	34	6.3 _ Prüfung der Brandschutzbekleidung nach DIN EN 14135
8	2.1 _ Wichtige Begriffe	36	6.4 _ Einbindung der Industrie in das Prüfverfahren
9	2.2 _ Bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis	36	6.5 _ Möglichkeiten des Verzichts auf Brandprüfungen
11	<b>3</b> _ <b>Bauordnungsrechtliche Grundlagen</b>	37	<b>7</b> _ <b>Hinweise zum Genehmigungsverfahren</b>
11	3.1 _ Musterbauordnung MBO 2002	38	<b>8</b> _ <b>Beispiele für Brandschutzkonzepte mehrgeschossiger Holzbauten und Aufstockungen</b>
13	3.2 _ Muster-Holzbaurichtlinie M-HFHHolzR	38	8.1 _ Beispiel 1: Forstamt Jena-Holzland, Stadtroda
13	3.2.1 _ Konstruktive Mindestanforderungen	40	8.2 _ Beispiel 2: Viergeschossiges Wohngebäude in Hanau
15	3.2.2 _ Auswirkungen der M-HFHHolzR	43	8.3 _ Beispiel 3: UNESCO-Weltnaturerbe Wattenmeer-Besucherzentrum
17	3.3 _ Landesbauordnungen	48	8.4 _ Beispiel 4: Büro- und Verwaltungsgebäude, Lübeck
19	<b>4</b> _ <b>Ganzheitliche Brandschutzkonzepte</b>	51	8.5 _ Beispiel 5: 2-geschossige Aufstockung Gartenstadt Elbhochofer, Wedel
19	4.1 _ Bestandteile ganzheitlicher Brandschutzkonzepte	55	8.6 _ Beispiel 6: Neubau eines Luxushotels mit Funktionsgebäude für Ambulantes Operieren am Tegernsee
20	4.2 _ Zusammenwirken baulicher und anlagentechnischer Maßnahmen	60	8.7 _ Beispiel 7: 8-geschossiges Wohnhaus, Bad Aibling
20	4.3 _ Umgang mit Abweichungen vom Baurecht	63	8.8 _ Beispiel 8: SKAIO, Heilbronn
21	<b>5</b> _ <b>Brandschutz bei mehrgeschossigen Holzbauten und Aufstockungen</b>	66	<b>9</b> _ <b>Literatur</b>
21	5.1 _ Allgemeines	68	<b>10</b> _ <b>Bildnachweis</b>
22	5.2 _ Maßnahmen für die Feuerwehr		
23	5.3 _ Kompensation mittels anlagentechnischer Maßnahmen		
24	5.3.1 _ Brandmeldesysteme		
26	5.3.2 _ Löschanlagen		
28	5.4 _ Rettungskonzept		
29	5.5 _ Brandwände und Treppenräume		
30	5.6 _ Ausführung der Bauteilanschlüsse		
31	5.7 _ Abschottungssysteme		
32	5.7.1 _ Konstruktive Grundsätze		

# 1\_ Einführung



**Die im Jahre 2004 veröffentlichte Richtlinie für brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise (M-HFHolzR) hat in Kombination mit der Musterbauordnung 2002 (MBO) der modernen Holzbauweise den Massenmarkt des mehrgeschossigen Bauens geöffnet.**

Die Bedenken der Bauaufsichten und der Feuerwehren gegenüber dieser Bauweise konnten mit Hilfe von theoretischen und experimentellen Grundlagenuntersuchungen weitgehend ausgeräumt werden [43]. Die Übernahme der materiellen Anforderungen der MBO in Verbindung mit der M-HFHolzR in die Baugesetzgebung der Bundesländer erfolgte bereits 2005 (z.B. Hessen 06/2005). Fünfzehn Jahre nach Veröffentlichung der MBO 2002 haben bis auf Nordrhein-Westfalen (NRW) alle Bundesländer die Regelungen in das jeweilige Landesrecht übertragen. Auch NRW hat den Novellierungsprozess eingeleitet, so dass spätestens in 2019 eine bundesweite Akzeptanz zu erwarten ist.

Im Rückblick lässt sich konstatieren, dass die M-HFHolzR eine Erfolgsgeschichte für den modernen Holzbau darstellt. Die Anzahl der in Anlehnung an diese Konstruktionsrichtlinie errichteten mehrgeschossigen Holzgebäude ist erfreulicherweise jedes Jahr gestiegen und weiterhin steigend. Dennoch gibt es auch berechtigte Kritik. Diese richtet sich weniger

gegen den geforderten Feuerwiderstand von Gebäuden der Gebäudeklasse 4, da die Ausführung der Holzbauteile mit einem Feuerwiderstand von 60 Minuten (bauaufsichtliche Anforderung hochfeuerhemmend) den Holzbaubetrieben keine Probleme bereitet. Diese Feuerwiderstandsdauer kann mit den Standardkonstruktionen ohne weiteres erreicht werden und es existiert eine relativ große Auswahl an geprüften Wand- und Deckenkonstruktionen [4]. Auch die Anforderungen an den Raumabschluss der Anschlüsse gemäß M-HFHolzR [1, Bauphysik] können mit relativ einfachen konstruktiven Maßnahmen erfüllt werden.

Problematisch ist dagegen die Erfüllung der Anforderung einer brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung mit der Kapselklasse  $K_2,60$ . Da z. B. eine gebräuchliche Bekleidung aus 2 x 12,5 mm GF- oder GKF-Platten lediglich die Kapselklasse  $K_2,30$  erreicht, sind in der Kapselklasse  $K_2,60$  weitaus dickere Bekleidungen aus diesen Werkstoffen erforderlich. Diese Kapselbauweise treibt die Kosten der Gesamtkon-

struktion in die Höhe und hat damit direkten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Bauweise. Zudem weisen Holzbauteile in gekapselter Bauweise bei Ausführung in der Klasse K<sub>2</sub>60 und der aus schallschutztechnischen Gründen im Regelfall eingebauten Dämmung meist einen Feuerwiderstand von ca. 120 Minuten auf (F 120 nach DIN 4102-2 bzw. EI 120 nach DIN EN 13501). Es kann davon ausgegangen werden, dass der Gesetzgeber einen solchen Feuerwiderstand in der Gebäudeklasse 4 nicht beabsichtigt hat. Die in der Praxis umgesetzten Projekte in der Gebäudeklasse 4 sind daher im Regelfall auch nicht in der Kapselklasse K<sub>2</sub>60, sondern abweichend von der M-HFHolzR in der Kapselklasse K<sub>2</sub>30 umgesetzt worden.

Neben der reduzierten Leistungsfähigkeit der Brandschutzbekleidung wurden in der Praxis weitere Abweichungen von der M-HFHolzR beobachtet. Aus verschiedenen Gründen wurde die Verwendung von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen wie Holzfaser, Holzwolle, Zellulose oder auch Schafwolle gewünscht. Diese Produkte sind jedoch brennbar und daher zunächst nicht zugelassen. Vorteile hinsichtlich des Lastabtrages bietet auch die Holzmassivbauweise, die daher zunehmend im mehrgeschossigen Holzbau verlangt wird. Da die Holzmassivbauweise in der Gesamtschau ein geringeres Risiko aufweist als Holzrahmenbauweisen, ist der Verzicht auf Kapselbekleidungen deutlich einfacher umzusetzen. Dies wiederum entspricht der Erwartung von Bewohnern eines Holzhauses, dass die ökologische Bauweise in Form von Oberflächen massiver, flächiger Holzbauteile sichtbar werden soll. Formal sind die Holzmassivbauweisen bis auf Brettstapeldecken durch die M-HFHolzR aber nicht abgedeckt.

Auch in der Gebäudeklasse 5 (Gebäude bis zur Hochhausgrenze) und bei Sonderbauten wurden mehrgeschossige Gebäude in Holzbauweise in vielen Bundesländern bereits genehmigt und errichtet. Die Hauptschwierigkeit bestand (und besteht in vielen Bundes-

ländern weiterhin) darin, dass die meisten Landesbauordnungen in der GK 5 und die Sonderbauverordnungen eine feuerbeständige Bauweise voraussetzen, die ein Bauteil in Holzbauweise per Definition nicht erfüllen kann. Im Rahmen eines ganzheitlichen Brandschutzkonzepts muss daher in der Regel im Einzelfall nachgewiesen werden, dass die allgemeinen bauaufsichtlichen Schutzziele mit Hilfe geeigneter Kompensationsmaßnahmen erfüllt werden.

Eine Ausnahme bildete die Landesbauordnung (LBO) des Bundeslandes Baden-Württemberg. Hier war bereits vor der Novellierung der Musterbauordnung 2002 die Holzbauweise bis zu einer Höhe von 22 m baurechtlich zulässig. Anforderungen hinsichtlich Brandschutzbekleidung und nichtbrennbare Dämmstoffe bestanden nicht. Mit Novellierung der LBO wurde die Brandschutzbekleidung für Gebäude mit 4-5 Geschossen (Gebäudeklasse 4) analog der MBO eingeführt. Dadurch entstand die kuriose Situation, dass für diese Gebäude höhere Anforderungen galten als für Gebäude mit mehr als 5 Geschossen (GK 5). In der aktuellen Fassung der LBO wurde dies korrigiert. Nunmehr darf auch in der Gebäudeklasse 4 unter bestimmten Voraussetzungen auf die Brandschutzbekleidung verzichtet werden. Die Bundesländer Hamburg, Berlin und Nordrhein-Westfalen haben in ihren aktuellen Novellierungen die Gebäudeklasse 5 ebenfalls für den Holzbau geöffnet. Auch hier kann auf die Brandschutzbekleidung in den Gebäudeklassen 4 und 5 unter bestimmten Voraussetzungen verzichtet werden, jedoch ist die geforderte Feuerwiderstandsdauer nachzuweisen.

### **Hohes brandschutztechnisches Sicherheitsniveau**

Deutschland blickt im Bereich mehrgeschossiger Fachwerkhäuser auf eine lange Tradition zurück. Dennoch bestanden und bestehen zum Teil heute immer noch Vorurteile und regulatorische Hemm-

nisse zur Verwendung des Baustoffs Holz in Baukonstruktionen. Der Nachweis, dass tragende und raumabschließende Konstruktionen in Holzbauweise mit Feuerwiderständen von 60, 90 und mehr Minuten selbst als Brandwandersatzkonstruktion mit Stoßbeanspruchung möglich sind, liegt mittlerweile vor. Aber im Regelfall ist die Anforderung nach 90 Minuten Feuerwiderstand in den Bauordnungen und deren angeschlossenen Richtlinien mit der Forderung nach nichtbrennbaren Konstruktionen verknüpft. Über die Nichtbrennbarkeit der Bauteile wird vorausgesetzt, dass die Tragfähigkeit der Konstruktion bei einem realen Brandereignis auch ohne wirksame Löscharbeiten der Feuerwehr erhalten bleibt. Die Feuerwehren sind allerdings per Gesetz dazu verpflichtet, Brände zu löschen und ggf. Rettungsmaßnahmen durchzuführen. Um diesen Auftrag erfüllen zu können, ist es entscheidend, ob das Brandszenario insgesamt beherrschbar bleibt. Die Frage der Brennbarkeit oder Nichtbrennbarkeit einer Konstruktion ist dabei von untergeordneter Bedeutung und eher im Gesamtkontext (freiwillige Feuerwehr, Berufsfeuerwehr, Innenangriff unter Atemschutz möglich etc.) zu beantworten. Sofern Konstruktionen einen ausreichend langen Feuerwiderstand aufweisen, die Ausbreitung von Feuer und Rauch auf benachbarte Nutzungseinheiten behindern und das Brandszenario eine wirkungsvolle Brandbekämpfung erlaubt, können mit der Holzbauweise die Schutzziele des Brandschutzes auch in der Gebäudeklasse 5 erfüllt werden.

Dieser Ansatz wurde erstmals in der Landesbauordnung Baden-Württemberg in das deutsche Baurecht übernommen. Die Bundesländer Hamburg, Berlin und Nordrhein-Westfalen haben bei den jüngst durchgeführten Novellierungen einen vergleichbaren Ansatz verfolgt. Im Ergebnis führt dies allerdings dazu, dass die Landesbauordnungen in den einzelnen Bundesländern stark voneinander abweichen.

Die vorliegende Publikation dient als Orientierungshilfe für Architekten, Fachplaner „Brandschutz“, Bauaufsichtsbehörden und Feuerwehren. Sie zeigt auf, welche Möglichkeiten zum verdichteten und mehrgeschossigen Bauen mit Holz bestehen und welche Lösungen für die Erfüllung bauordnungsrechtlicher Anforderungen bzw. für die Kompensation bei Abweichungen vom Baurecht existieren. Dazu werden Referenzobjekte mehrgeschossiger Gebäude und Aufstockungen in Holzbauweise vorgestellt, die beispielhaft zeigen, welche Konzepte und Lösungen im Einzelfall entwickelt und umgesetzt wurden.

## 2\_ Definitionen und Begriffe



### 2.1 Wichtige Begriffe

#### BA-Bauweise

Im Gegensatz zur AB-Bauweise, bei der die wesentlichen (tragenden) Bestandteile eines Bauteiles aus nichtbrennbaren Baustoffen (A) bestehen und brennbare Dämmstoffe (B) möglich sind, lässt die BA-Bauweise Tragkonstruktionen aus brennbaren Baustoffen (Holz) zu. Dämmstoffe müssen hier aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen und die brennbaren, tragenden Holzbauteile müssen allseitig durch eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung eingekapselt werden.

#### Brandschutztechnisch wirksame Bekleidung

Nichtbrennbare Bekleidung, die bei der Brandprüfung nach DIN EN 14135 [12] für einen definierten Zeitraum (Kapselklasse) verhindert, dass die darunter liegende brennbare Tragkonstruktion die Entzündungstemperatur (ca. 270°C) erreicht.

Die brandschutztechnisch wirksame Bekleidung wird in der MBO 2002 auch als „Brandschutzbekleidung“ bezeichnet (siehe Abb. 4).

#### Brandwandersatzwände

Wände, die nach § 30 MBO 2002 anstelle von Brandwänden verwendet werden dürfen. Diese Wände müssen in der Gebäudeklasse 4 auch bei zusätzlicher mechanischer Beanspruchung hochfeuerhemmend sein.

#### Feuerwiderstand

Als Feuerwiderstand bezeichnet man die Eigenschaft eines Bauteils, unter einer definierten Normbrandbeanspruchung (Einheits-Temperatur-Zeitkurve ETK) seine Tragfähigkeit (R) und/oder den Raumabschluss (E) und das Temperaturkriterium (I) für eine bestimmte Zeitdauer, der so genannten Feuerwiderstandsdauer, beizubehalten. Der Feuerwiderstand von Bauteilen wird nach DIN EN 1363-1 [13] geprüft.

#### feuerhemmend

Ein Bauteil wird als feuerhemmend bezeichnet, wenn es bei der Beanspruchung nach der ETK seine Tragfähigkeit (R) und/oder den Raumabschluss (E) und das Temperaturkriterium (I) mindestens 30 Minuten

beibehält. Feuerhemmende Bauteile dürfen in den wesentlichen Teilen aus brennbaren Baustoffen bestehen.

### hochfeuerhemmend

Ein Bauteil wird als hochfeuerhemmend bezeichnet, wenn es bei der Beanspruchung nach der ETK seine Tragfähigkeit (R) und/oder den Raumabschluß (E) und das Temperaturkriterium (I) mindestens 60 Minuten beibehält. Hochfeuerhemmende Bauteile können in den wesentlichen Teilen aus brennbaren Baustoffen bestehen, dürfen jedoch ausschließlich Dämmstoffe aus nichtbrennbaren Baustoffen aufweisen und müssen eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung aus ebenfalls nichtbrennbaren Baustoffen haben.

### feuerbeständig

Ein Bauteil wird als feuerbeständig bezeichnet, wenn es bei Beanspruchung nach der ETK seine Tragfähigkeit (R) und/oder den Raumabschluß (E) und das Temperaturkriterium (I) mindestens 90 Minuten beibehält. Feuerbeständige Bauteile müssen in den wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen, dürfen jedoch brennbare Bestandteile enthalten.

### Nachbarschaftsschutz

Brandschutzvorschriften dienen auch dem Schutz der Nachbarn. Die (baulichen) Vorschriften, die das Übergreifen von Feuer auf Nachbargebäude verhindern sollen, werden als nachbarschützend angesehen. Im Gegensatz dazu sind die allgemeinen Anforderungen an den Brandschutz und alle diejenigen Brandschutzanforderungen, die nur dem Schutz der Bewohner und Benutzer des Gebäudes dienen, wie solche über Rettungswege, notwendige Treppenträume und Umwehrungen nicht nachbarschützend. Gleiches gilt für Anforderungen an die Vorhaltung von Löschwasser und Flächen für die Feuerwehr.

## 2.2 \_ Bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis

### Verwendbarkeitsnachweise

Bei Bauarten unterscheidet die Musterbauordnung (MBO) [2] zwischen

- **geregelter Bauart nach technischen Baubestimmungen**
- **allgemeiner Bauartgenehmigung (aBG)**  
Eine allgemeine Bauartgenehmigung wird durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) ausgestellt. Sie gilt für alle nicht geregelten Bauarten (z.B. Kombinationen von Bauprodukten wie Schottsystemen).
- **vorhabenbezogener Bauartgenehmigung (vBG)**Die vorhabenbezogene Bauartgenehmigung wird durch die zuständige oberste Baubehörde im jeweiligen Bundesland erteilt
- **allgemeinen bauaufsichtlichem Prüfzeugnis für Bauarten (abP)**  
Das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis gilt für nicht geregelte Bauarten, für die es allgemein anerkannte Prüfverfahren gibt. Die Prüfungen und die Ausstellung des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses (abP) erfolgt durch die Materialprüfanstalten.

Bei Bauprodukten unterscheidet die Musterbauordnung (MBO) [2] zwischen

- **allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung**  
Eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) ausgestellt. Sie gilt in der Regel für fünf Jahre.
- **allgemeinem bauaufsichtlichen Prüfzeugnis**  
Das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis gilt für Bauprodukte, die nach allgemein anerkannten Prüfverfahren beurteilt werden. Die Prüfungen und die Ausstellung des abP erfolgt durch die Materialprüfanstalten.



**Abbildung 1:**  
Bauarten und Bauprodukte  
gemäß MVV TB,  
Stand 12/2018

• **Nachweis der Verwendbarkeit von Bauprodukten im Einzelfall**

Mit Zustimmung der obersten Bauaufsichtsbehörde dürfen im Einzelfall Bauprodukte verwendet werden, wenn ihre Verwendbarkeit nachgewiesen ist. Die Zustimmung ist zu beantragen.

Die folgende Abbildung stellt den Nachweis der Verwendbarkeit gemäß der Muster-Verwaltungsvorschrift technische Baubestimmungen (MVV TB) [14] dar.

Bauarten und Bauprodukte/Bausätze gemäß MVV TB					
<b>Bauarten – 3. Teil MBO</b>		<b>Bauprodukte – 4. Teil M</b>			
Bauarten ist das Zusammenfügen von Bauprodukten zu baulichen Anlagen oder Teilen von baulichen Anlagen		§ 16 b MBO - Allg. Anforderungen für die Verwendung von Bauprodukten			
§ 16a MBO		Bauprodukte und Bausätze mit CE-Kennzeichnung - § 16 c MBO		Nationale Bauprodukte §§ 17 - 25 MBO	
Anwendbarkeit der Bauart		Bauprodukt ist verwendbar, wenn die erklärten Leistungen den Bauwerksanforderungen (MBO / VwV TB) entsprechen		„Geregelte Bauprodukte“	„Nicht geregelte Bauprodukte“
„Geregelte Bauarten“	„Nicht geregelte Bauarten“	Bauprodukt/Bausatz entspricht hEN oder EAD/ETA		Bauprodukt in Übereinstimmung mit technischer Regel / technischen Baubestimmung	Bauprodukt abweichend von techn. Regel bzw. Baubestimmung bzw. ohne techn. Regel
Bauarten in Übereinstimmung mit einer technischen Regel bzw. technischen Baubestimmung z.B. nach DIN 4102-4	Bauarten abweichend von technischer Regel bzw. Baubestimmung	Hersteller erstellt <b>Leistungserklärung</b> (DoP) mit Angabe mind. <b>einer</b> Leistung bezogen auf ein wesentliches Merkmal der hEN/EAD; werden weitere wesentliche Merkmale nicht erklärt, müssen diese als NPd (No Performance Determined) deklariert werden.		VwV TB C2	VwV TB C3
	VwV TB C4			kein Verwendbarkeitsnachweis	abZ, abP, vZIE
	aBG, abP, vBG			Übereinstimmungserklärung durch den Hersteller	
Übereinstimmungsbestätigung durch den Anwender / Errichter gemäß § 16a Abs. 5 MBO		<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachweis von zus. Leistungen durch freiwillige technische Dokumentation gem. VwV TB D3</li> <li>ggf. zusätzliche Anwendungsregeln nach VwV TB [ehem. LTB II]</li> </ul>		Ü-Zeichen	

## 3\_ Bauordnungsrechtliche Grundlagen

### 3.1 \_ Musterbauordnung MBO

Die Landesbauordnungen sollen sich im Rahmen ihrer Novellierung an die Musterbauordnung anlehnen. Mit Stand Dezember 2018 ist dies in fünfzehn Bundesländern so umgesetzt worden. In Baden-Württemberg, Hamburg, Berlin und Nordrhein-Westfalen wurde eine weitergehende Öffnung für den Holzbau in die Landesbauordnung aufgenommen (vgl. Ziffer 3.3).

Die MBO 2002 (letzte berücksichtigte Änderung vom 13.05.2016) beinhaltet eine Einteilung in die Gebäudeklassen (GK) 1 bis 5 (siehe Abb. 2).

Gebäude in Holzbauweise sind bis zur Gebäudeklasse 4 möglich. Diese Klasse umfasst Gebäude mittlerer Höhe, die eine Fußbodenhöhe des obersten Geschosses mit Aufenthaltsräumen von bis zu 13 m und Nutzungseinheiten bis zu 400 m<sup>2</sup> aufweisen. Gebäude mit einer Höhe von mehr als 13 m fallen in die Gebäudeklasse 5.

Die Musterbauordnung 2002 hat eine zusätzliche Stufe zwischen feuerhemmenden F 30-B- und feuerbeständigen F 90-AB-Konstruktionen eingeführt. Die hochfeuerhemmenden Bauteile müssen einen Feuerwiderstand von 60 Minuten aufweisen. Diese neue Stufe sollte die Lücke zwischen 30 und 90 Minuten Feuerwiderstandsdauer schließen, die aus Sicht einer gestuften Risikobetrachtung unverhältnismäßig groß ist.

In der Gebäudeklasse 4 müssen tragende, aussteifende und raumabschließende Bauteile hochfeuerhemmend ausgeführt werden. Tabelle 1 zeigt die Anforderungen an den Feuerwiderstand der Bauteile in dieser Gebäudeklasse. Zusätzlich werden die Feuerwiderstandsklassen nach europäischer Klassifizierung gemäß DIN EN 13501-2 [5] aufgeführt. Die verwendeten internationalen Abkürzungen bedeuten:




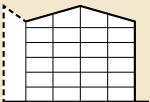
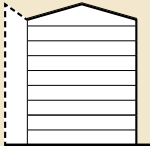

GK 1a	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5
freistehende Gebäude <b>OKF</b> ≤ 7 m ≤ 2 Nutzungseinh. Σ <b>NE</b> ≤ 400 m <sup>2</sup> 	nicht freistehende Gebäude <b>OKF</b> ≤ 7 m ≤ 2 Nutzungseinh. Σ <b>NE</b> ≤ 400 m <sup>2</sup> 	sonstige Gebäude mit einer <b>OKF</b> ≤ 7 m 	<b>OKF</b> ≤ 13 m Nutzungseinh. mit jeweils ≤ 400 m <sup>2</sup> 	sonstige Gebäude 
<b>GK 1b</b> freistehende Gebäude land- und forstwirtschaftl. genutzt 				
Feuerwehreinsatz mit Steckleitern möglich			Feuerwehreinsatz mit Drehleitern nötig	

Abbildung 2:  
Gebäudeklassen nach  
MBO 2002

**Tabelle 1 :**

Anforderungen an den Feuerwiderstand bei Bauteilen in der Gebäudeklasse 4

Bauteil	Feuerwiderstand nach DIN 4102-2	Bezeichnung nach nach DIN EN 13501-2
Tragende Wände ohne Raumabschluss im Regelgeschoss	F 60	R 60
Tragende Wände mit Raumabschluss im Regelgeschoss	F 60	REI 60
Nichttragende Trennwände raumabschließend im Regelgeschoss	F 60	EI 60
Decken im Regelgeschoss	F 60	REI 60
Brandwandersatzwände	F 60 bei zusätzlicher mechanischer Beanspruchung	REI-M 60
Wände notwendiger Treppenräume	F 60 bei zusätzlicher mechanischer Beanspruchung	REI-M 60
Tragende Bauteile ohne Raumabschluss im Kellergeschoss	F 90-AB	R 90
Tragende Bauteile mit Raumabschluss im Kellergeschoss	F 90-AB	REI 90

- R = Tragfähigkeit (Résistance)  
 E = Raumabschluss (Étanchéité)  
 I = Wärmedämmung unter Brandeinwirkung (Isolation)  
 M = Stoßbeanspruchung auf Wände (Mechanical)

Holztragkonstruktionen sind in der Gebäudeklasse 4 zulässig, wenn ausschließlich nichtbrennbare Dämmstoffe verwendet werden und die Bauteile allseitig eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung aufweisen. Die Brandschutzbekleidung muss nach § 26 (2) MBO aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Ihre sonstige Beschaffenheit und erforderliche Leistungskriterien werden in der MBO 2002 nicht definiert. Die Anforderungen an die Brandschutzbekleidung werden allerdings in der Muster-Richtlinie für Brandschutzanforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise, der „Muster-Holzbaurichtlinie“ (M-HFHHolz-R) [1], festgelegt.

Die folgende Tabelle stellt die nach MBO zulässige Anwendung der Holzbauweise in Abhängigkeit der Gebäudeklassen und Bauteile ohne Abweichungstatbestände dar.

Tragende Wände, Stützen	Gebäudeklassen					MBO
	1	2	3	4	5	
						§ 2
Tragende Wände, Stützen	-	fh	fh	hf	fb	
Tragende Wände, Stützen im KG	fh	fh	fb	fb	fb	§ 27
Tragende Wände, Stützen im DG	-	fh	fh	hf	fb	
Nichttragende Außenwände	-	-	-	nb oder fh	nb oder fh	§ 28
Trennwände	-	fh	fh <sup>1</sup>	hf	fb	§ 29
Decken	-	fh	fh	hf	fb	
Decken im KG	fh	fh	fb	fb	fb	§ 31
Decken im DG	-	fh	fh	hf	fb	
Brandwand, Brandersatzwand	hf <sup>2</sup>	hf <sup>2</sup>	hf <sup>2</sup>	hf + M	fb + M	§ 30
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 15px; background-color: #c6e0b4; border: 1px solid black;"></div> Holzbauweise ohne Abweichung zur MBO         </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 15px; background-color: #e06666; border: 1px solid black;"></div> Holzbauweise mit Abweichung zur MBO         </div>						

Tabelle 2 :

Anwendung der Holzbauweise ohne Abweichung zur MBO

fh - feuerhemmend  
 hf - hochfeuerhemmend  
 fb - feuerbeständig

M - widerstandsfähig gegen zusätzliche mechanische Beanspruchung

nb - nicht brennbar

\* - wenn Aufenthaltsräume darüber möglich sind

1) - gilt nicht für Wohngebäude

2) - Gebäudeabschlusswand in F30/ F90 Bauweise

### 3.2 \_ Muster-Holzbaurichtlinie M-HFHolzR

#### 3.2.1 \_ Konstruktive Mindestanforderungen

Die Muster-Holzbaurichtlinie gilt nur für Gebäude in Holzbauweise der Gebäudeklasse 4. Ihr Anwendungsbereich umfasst Holzsystembauweisen, die einen gewissen Grad der Vorfertigung aufweisen. Dazu gehören die Holzrahmen- bzw. Holztafelbauweise. Für flächige Holzmassivbauweisen mit Ausnahme von Brettstapeldecken ist die Richtlinie nicht anwendbar. Zum Zeitpunkt der Erarbeitung der Richtlinie waren diese Produkte noch gar nicht verfügbar.

Durch Einhaltung der konstruktiven Anforderungen sollen folgende Risiken ausgeschlossen werden:

- ein Brennen der tragenden und aussteifenden Bauteile aus Holz und Holzwerkstoffen
- die Einleitung von Feuer und Rauch in die Wand- und Deckenbauteile
- die Weiterleitung von Feuer und Rauch über Anschlussfugen von raumabschließenden Bauteilen in angrenzende Nutzungseinheiten oder Räume

Die konstruktiven Anforderungen beziehen sich auf

- die Baustoffe wie Holz, Bekleidungen, Dämmstoffe und Folien
- die Wand- und Deckenbauteile, Stützen und Träger einschließlich ihrer Anschlüsse
- die Öffnungen für Einbauten
- die Art der Installationsführung

Die in § 26 (2) der MBO 2002 [2] geforderte brandschutztechnisch wirksame Bekleidung (Brandschutzbekleidung) für hochfeuerhemmende Holzbauteile wird in der M-HFHolzR und der DIN EN 13501-2 [5] konkretisiert. Der Begriff „Brandschutzbekleidung“ bezieht sich auf den äußersten Teil von vertikalen Bauteilen (z. B. Wände, Trennwände und Außenwände) sowie den untersten und obersten Teil von horizontalen Bauteilen (z. B. Decken und Unterdecken). Die Brandschutzbekleidung muss eine Entzündung der tragenden einschließlich der aussteifenden Bauteile aus Holz oder Holzwerkstoffen während eines Zeitraumes von mindestens 60 Minuten verhindern und als  $K_260$  nach DIN EN 13501-2 klassifiziert sein. Auf die Auswirkungen dieser Anforderung an die Brandschutzbekleidung auf die Gesamtkonstruktion wird in Abschnitt 3.2.2 eingegangen.

Um die große Vielfalt an Konstruktionen im Holzrahmen- bzw. Holzafelbau in der Gebäudeklasse 4 zu

erhalten und gleichzeitig ein Maximum an Sicherheit gegenüber der Ausbreitung von Feuer und Rauch zu gewährleisten, enthält die M-HFHolzR nur konstruktive Anforderungen in Textform, die für das jeweilige Schutzziel entscheidend sind. Die in der Richtlinie veröffentlichten Zeichnungen sind als Prinzipskizzen zu verstehen.

Die wichtigsten brandschutztechnischen Anforderungen an Bauteile und Anschlüsse sind:

- Tragende und/oder raumabschließende Wand- und Deckenbauteile, Träger sowie Stützen müssen allseitig durch eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung gekapselt werden. Die Fugen der Bekleidung sind mit Stufenfalz, Fugenversatz oder Nut- und Feder-Verbindung auszuführen. Die Holzbauteile müssen eine formschlüssig verlegte Volldämmung mit Faserdämmstoffen aus nichtbrennbaren Baustoffen mit einem Schmelzpunkt  $> 1.000^\circ\text{C}$  nach DIN 4102-17 [15] aufweisen.
- Beim Anschluss von Wänden und bei Wand/Decken-Verbindungen muss durch einen Mindestabstand der Verbindungsmittel eine kraftschlüssige Verbindung sichergestellt werden, die den Rauchdurchgang in benachbarte Nutzeinheiten wirkungsvoll behindert.
- Die Brandschutzbekleidung ist grundsätzlich auch in den Öffnungslaubungen mit Fugenversatz, Stufenfalz oder Nut- und Feder-Verbindung vorzusehen, um beim Einbau von Öffnungen für Einbauten (z. B. Fenster, Türen) eine Einleitung von Feuer in die Bauteile zu verhindern.
- Der Einsatz nichtbrennbarer Mineralwollerdämmung ermöglicht es, einzelne brennbare elektrische Leitungen oder bis zu drei Kabel in einem nichtbrennbaren Hüllrohr innerhalb der Bauteile zu führen und Hohlwand Dosen für Schalter und

Steckdosen einzusetzen, sofern diese einen Mindestabstand zum nächsten Holzständer aufweisen. Bündel aus mehr als drei Kabeln und brennbare Rohre müssen in Vorwandebenen und Deckeninstallationsebenen geführt werden.

Die zuletzt genannte Anforderung resultiert aus der Erkenntnis, dass Anhäufungen von Kabeln und brennbaren Rohren im Inneren von Bauteilen unabhängig von der Bauweise zu einem Hohlraumbrand führen könnten.

Bei der Ausführung einer Installationsebene gemäß Abb. 2 ist ein Hohlraumbrand in der Tragkonstruktionsebene ausgeschlossen. Ein Brand innerhalb der Installationsebene ist unkritisch, da weder die Tragfähigkeit noch der Raumabschluss der Wand gefährdet sind.

### 3.2.2 \_ Auswirkungen der M-HFHolzR

Die Öffnung des Holzbaus für das mehrgeschossige, innerstädtische Bauen war verbunden mit einer Forderung der obersten Bauaufsichten und der Feuerwehren einen Nachweis einer gleichwertigen Sicherheit zu Massivbauweisen zu führen. Aus dieser Forderung heraus entstand die Idee einer Brandschutzbekleidung, die eine Entzündung der Holzbauteile für die Dauer des Feuerwiderstandes verhindern soll. Dieser Ansatz wurde in nahezu allen Bundesländern auf Grundlage der MBO 2002 und der M-HFHolzR für die Gebäudeklasse 4 in das jeweilige Landesrecht als Kapselklasse K<sub>2</sub>60 für hochfeuerhemmende Bauteile eingeführt. Die Forderung der Kapselklasse K<sub>2</sub>60 an die Brandschutzbekleidung hat allerdings großen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Gesamtkonstruktion.

#### Ein Beispiel:

Der nachfolgend beschriebene Wandaufbau weist einen Feuerwiderstand von 90 Minuten auf (F 90-B nach DIN 4102-2 bzw. EI 90 nach DIN EN 13501).

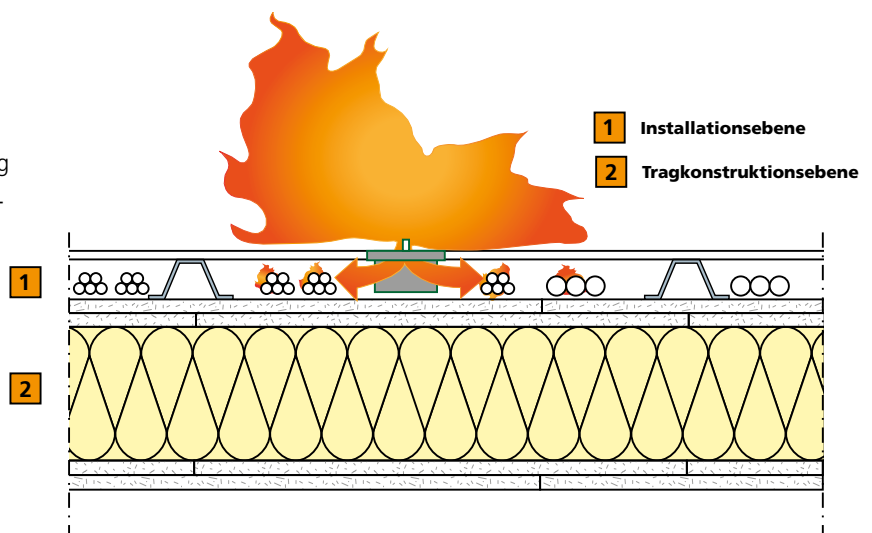
- 2 x 12,5 mm Gipsfaserplatte/Gipskartonfeuerschutzplatte
- Holzständerwerk ca. 60/120 mm; Volldämmung aus nichtbrennbaren Baustoffen (Mineralwolle, Rohdichte > 30 kg/m<sup>3</sup>, Schmelzpunkt > 1000 °C)
- 2 x 12,5 mm Gipsfaserplatte/Gipskartonfeuerschutzplatte

Die brandschutztechnisch wirksame Bekleidung (2 x 12,5 mm Gipsfaserplatten) erreicht jedoch bei der Prüfung nach DIN EN 14135 lediglich die Kapselklasse K<sub>2</sub>30. Um dies nachvollziehen zu können, muss man sich die bei den Normbrandversuchen geprüften Leistungskriterien vor Augen halten.

Bei der Prüfung des Feuerwiderstandes nach DIN 4102-2 besteht eines der Leistungskriterien für den Nachweis des Raumabschlusses bzw. des Isolationskriteriums darin, dass die Temperaturerhöhung auf der feuerabgewandten Seite des Bauteils im Mittel kleiner als 140 K sein muss und an der heißesten Stelle maximal 180 K betragen darf (siehe Abb. 4).

**Abb. 3:**

Führung von Installationen vor hochfeuerhemmenden Bauteilen in Holzbauweise



Dagegen wird bei der Prüfung der Kapselwirkung der brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung, das heißt bei der Überprüfung der Fähigkeit der Bekleidung, den dahinter liegenden brennbaren Baustoff vor der Entzündung zu schützen, die Temperatur direkt hinter der Bekleidung betrachtet (siehe Abb. 4).

Das bedeutet: Bei der Brandprüfung nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 1363-1 für den Feuerwiderstand (hier: Isolationskriterium) kommt die Dämmwirkung des gesamten Bauteils, bestehend aus vier Lagen Gipsplatten und Mineralwolle, zum Tragen. Bei der Prüfung der Kapselwirkung werden dagegen nur die beiden feuerzugewandten Lagen der Bekleidung betrachtet.

Fazit: Da eine Bekleidung aus 2 x 12,5 mm bzw. 1 x 18 mm Gipsfaserplatten lediglich die Kapselklasse  $K_2,30$  erreicht, sind zur Erfüllung der Anforderungen der Kapselklasse  $K_2,60$  dickere Bekleidungen aus GF-, GKF- oder GKB-Platten erforderlich.

**Abb. 4:** Leistungskriterien  $K_2,60$  und F 60 bzw. EI 60 im Vergleich bei hochfeuerhemmenden, raumabschließenden Bauteilen in Holzbauweise

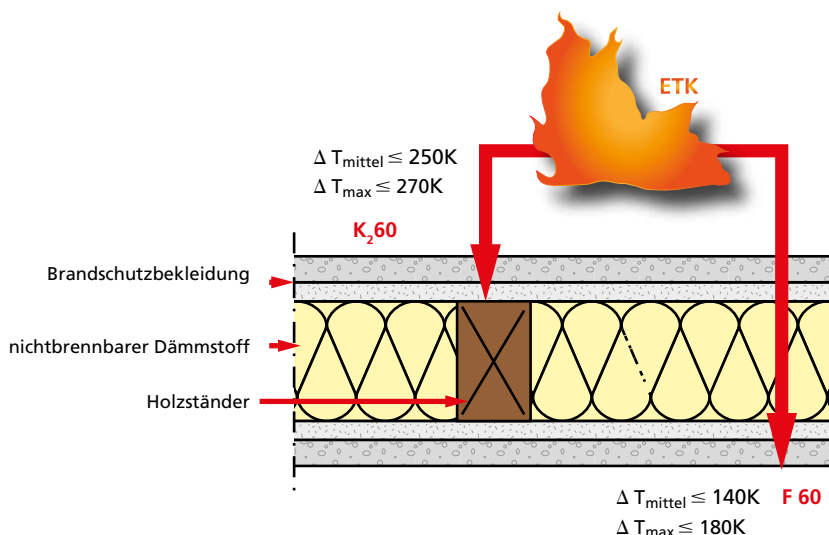
Auf Grund der allseitig eingekapselten Bauteile und der Tatsache, dass aus schallschutztechnischen Gründen in der Regel eine Mineralwolle vorhanden ist, weisen Holzbauteile mit einer  $K_2,60$ -

Bekleidung in Verbindung mit einer üblichen Steinwolle-Dämmung jedoch meist einen Feuerwiderstand von annähernd 120 Minuten auf (F 120 nach DIN 4102-2 bzw. EI 120 nach DIN EN 13501). Es kann davon ausgegangen werden, dass der Gesetzgeber einen solchen Feuerwiderstand in der Gebäudeklasse 4 nicht beabsichtigt hat.

In der Baupraxis wird die  $K_2,60$  in der Gebäudeklasse 4 bei Wohnungstrennwänden (öfter) und bei Außenwänden (seltener) umgesetzt. Da hier auch Schallschutzaspekte eine Rolle spielen, ist die Bauweise für diese Bauteile sinnvoll; zumal der Trennwand vor dem Hintergrund des Nachbarschaftsschutzes eine besondere Funktion zukommt.

Eine Reduzierung der Schutzzeiten der Kapselung erscheint aus Sicht der Risikobetrachtung sinnvoll. Dies wurde in den Landesbauordnungen Baden-Württemberg, Hamburg, Berlin und Nordrhein-Westfalen unter bestimmten Randbedingungen bereits umgesetzt. Maßgebendes Kriterium ist hier ausschließlich der Feuerwiderstand. Holzbauteile dürfen somit in den Gebäudeklassen 4 und 5 auch ohne brandschutztechnisch wirksame Bekleidung ausgeführt werden. Allerdings muss der zweite wesentliche Aspekt einer brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung, nämlich die hinreichende Rauchdichtheit, durch konstruktive Maßnahmen sichergestellt werden.

In den übrigen Bundesländern kann ebenfalls über Erleichterungen/Abweichungen zum Baurecht mit einer reduzierten Kapselklasse oder auch mit un-bekleideten Holzbauteilen gearbeitet werden. Dies gilt sowohl für die Gebäudeklasse 4 als auch für die Gebäudeklasse 5. Die Erleichterungen/Abweichungen müssen in diesen Fällen über ein ganzheitliches Brandschutzkonzept beurteilt und begründet werden (siehe Abschnitte 4 und 8).



### 3.3 \_ Landesbauordnungen

Nahezu alle Landesbauordnungen wurden oder werden in Kürze novelliert. Damit ist die Einteilung in Gebäudeklassen bundesweit umgesetzt und die Anforderung hochfeuerhemmend in den Ländern eingeführt.

Allerdings wurde die MBO 2002 [2] in den novellierten Landesbauordnungen nicht deckungsgleich übernommen, so dass bezüglich der Anforderungen an Holzbauteile Unterschiede auftreten.

Die nachfolgende Tabelle 2 erläutert die Anforderungen der Landesbauordnungen (Stand September 2018). Die Tabelle zeigt, welche Anforderungen in den jeweiligen Ländern bezüglich des Feuerwiderstandes an tragende, aussteifende und raumabschließende Holzbauteile in Gebäuden der Gebäudeklassen 4 und 5 gestellt werden. Die Anforderun-

gen beziehen sich auf die oberirdischen Geschosse mit Ausnahme des Dachgeschosses und repräsentieren ein konservatives Standardbrandschutzkonzept, bei dessen Einhaltung alle bauaufsichtlichen Anforderungen in punkto Brandschutz abgedeckt sind. Das Kellergeschoss wird nicht betrachtet, da hier durchgängig die Anforderung feuerbeständig (F 90-AB bzw. REI 90 und im wesentlichen A-Baustoffe) besteht.

In Anlehnung an die Bezeichnungen in der Hessischen Landesbauordnung (HBO) [3] wird als Abgrenzung zum Kürzel „AB“ (Konstruktion in den wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen) das Kürzel „BA“ verwendet. Es bedeutet, dass die Tragkonstruktion brennbar ist und durch eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung eingekapselt wird. Sofern nur der Buchstabe B verwendet wird, darf auf die Kapselung verzichtet werden.

Land	Letzte Änderung	Anforderung an Regelgeschosse	
		GK 4	GK 5
Baden-Württemberg	11/2017	F 60-B	F 90-B
Bayern	07/2018	F 60-BA	F 90-AB
Berlin	04/2018	F 60-B	F 90-B
Brandenburg	05/2016	F 60-BA	F 90-AB
Bremen	09/2018	F 60-BA	F 90-AB
Hamburg	01/2018	F 60-B	F 90-B
Hessen (*)	07/2018	F 60-BA	F 90-AB
Mecklenburg-Vorpommern	06/2018	F 60-BA	F 90-AB
Niedersachsen	09/2017	F 60-BA	F 90-AB
Nordrhein-Westfalen	12/2017	F 60-B	F 90-B
Rheinland-Pfalz	06/2015	F 60-BA	F 90-AB
Saarland	06/2018	F 60-BA	F 90-AB
Sachsen	10/2017	F 60-BA	F 90-AB
Sachsen-Anhalt	07/2018	F 60-BA	F 90-AB
Schleswig-Holstein	06/2016	F 60-BA	F 90-AB
Thüringen	06/2018	F 60-BA	F 90-AB

**Tabelle 3:**  
Anforderungen der Landesbauordnungen

(\*) die neue Hessische Bauordnung, sieht für hochfeuerhemmende und feuerbeständige Bauten aus brennbaren Baustoffen eine Holzbau Regelung vor, die bei Vorliegen einer Technischen Baubestimmung die Verwendung von Holz ausdrücklich und ohne Abweichungserfordernis vorsieht (HBO § 29 (2) Satz 5).



Baden-Württemberg nimmt hinsichtlich nachhaltiger Bauweisen derzeit eine Sonderstellung ein. Der Verzicht auf die brandschutztechnisch wirksame Bekleidung ist insofern konsequent, als das § 26 LBO mit Stand vom August 1995 [6] in Gebäuden mittlerer Höhe die Verwendung von Holztragkonstruktionen möglich war, wenn ihr Feuerwiderstand dem feuerbeständiger Bauteile entspricht.

Dies galt jedoch nicht für raumabschließende Bauteile (z. B. Wohnungstrennwände). In Baden-Württemberg war es demnach bereits 1995 nach Landesbauordnung zulässig, Gebäude mit Holztragkonstruktionen in F 90-B-Qualität mit einer Fußbodenhöhe bis zu 22 m auszuführen, wenn die raumabschließenden Wände feuerbeständig (F 90-AB) ausgeführt wurden. Hamburg, Berlin und Nordrhein-Westfalen haben in ihren aktuellen Novellierungen ebenfalls eine Öffnung der Gebäudeklasse 5 für die Holzbauweise verbunden mit dem Verzicht auf die Brandschutzbekleidung vorgenommen.

Hessen nimmt ebenfalls eine Sonderstellung ein: Die Hessische Bauordnung (HBO) [3] sieht für hochfeuerhemmende und feuerbeständige Bauten aus brennbaren Baustoffen eine Holzbau-Regelung vor, die bei Vorliegen einer Technischen Baubestimmung die Verwendung von Holz ausdrücklich und ohne Abweichungserfordernis vorsieht (HBO § 29 (2) Satz 5. Bis dahin gilt die Anforderung einer brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung für hochfeuerhemmende Bauteile.

Für die Planung von Gebäudeaufstockungen in Holzbauweise ist es von Bedeutung, dass die Anforderungen der Landesbauordnungen bezüglich des Feuerwiderstandes in einem Dachgeschoss in der Regel geringer ausfallen als für die übrigen oberirdischen Geschosse. Die Anforderungen in den Landesbauordnungen sind jedoch sehr uneinheitlich.

### **Beispiele für die unterschiedlichen Anforderungen an Dachgeschosse in den Landesbauordnungen:**

Gemäß § 33 der Bayerischen Bauordnung (BayBO) [16] sind tragende und aussteifende Teile von Dächern, die den oberen Raumabschluss von Aufenthaltsräumen bilden, auch ohne Feuerwiderstand zulässig – vorausgesetzt, die Belange des Brandschutzes sind nicht beeinträchtigt.

Auf Basis von §§ 24 und 25 der Brandenburgischen Bauordnung (BbgBO) [17] müssen tragende, aussteifende und raumabschließende Bauteile im Dachraum von Gebäuden mittlerer Höhe mindestens hochfeuerhemmend sein, wenn im Dachraum Aufenthaltsräume liegen. Im obersten Geschoss von Dachräumen genügen feuerhemmende Bauteile.

Eine Befreiung von Anforderungen der jeweiligen Landesbauordnung an den Feuerwiderstand der Bauteile ist in der Regel möglich, wenn ein ganzheitliches Brandschutzkonzept für das betreffende Gebäude angefertigt wird (vgl. Ziffer 4).

Zu beachten ist bei diesem Ansatz, dass ggf. erforderliche aussteifende Bauteile der Brandwände über denselben Feuerwiderstand wie die Brandwand verfügen müssen.

## 4\_ Ganzheitliche Brandschutzkonzepte

### 4.1 \_ Bestandteile ganzheitlicher Brandschutzkonzepte

Bedingt durch die Komplexität und die großen Dimensionen heutiger Bauwerke sind Abweichungen von den Anforderungen der Landesbauordnungen sowie ergänzender Musterrichtlinien und Verordnungen üblich. Dabei dürfen die allgemeinen Schutzziele des Baurechts jedoch nicht außer Acht gelassen werden. Dazu gehören:

- die Vorbeugung der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch
- die Gewährleistung der Flucht und Rettung von Personen
- die Ermöglichung wirksamer Löscharbeiten
- die Standsicherheit auch im Brandfall

- baulicher Brandschutz
- anlagentechnischer Brandschutz
- abwehrender Brandschutz
- organisatorischer Brandschutz

Dabei sollen unter Berücksichtigung

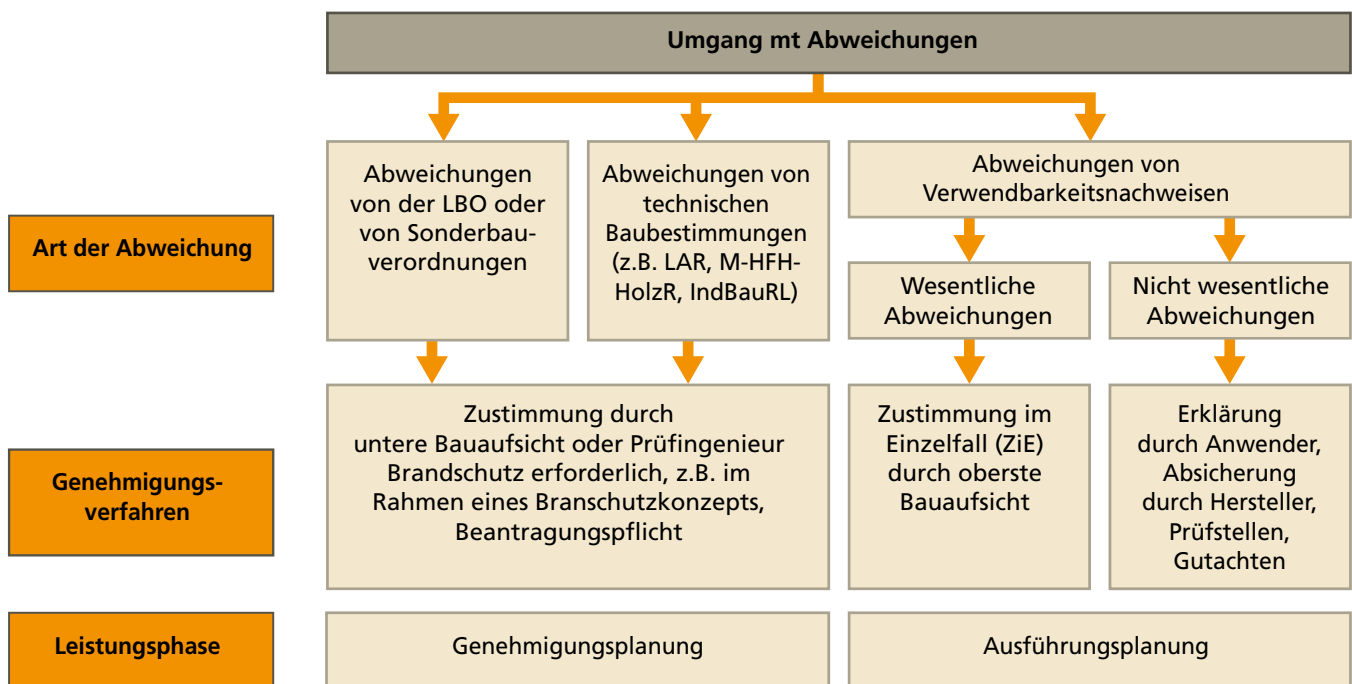
- der Nutzung,
- des Brandrisikos und
- des zu erwartenden Schadenausmaßes

die Einzelkomponenten und ihre Verknüpfung im Hinblick auf die Schutzziele beschrieben werden. Es wird empfohlen, den inhaltlichen Aufbau von Brandschutzkonzepten entsprechend der Richtlinie 01/01:2000-05 Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V. (VFDB) zu gliedern.

**Abb. 5:**  
Bestandteile eines ganzheitlichen Brandschutzkonzeptes

Um diese Schutzziele zu erreichen, müssen die gewählten brandschutztechnischen Maßnahmen in sich schlüssig und nachvollziehbar dargestellt werden. Dies geschieht durch ein individuell erstelltes ganzheitliches Brandschutzkonzept, das grundsätzlich in vier Punkte gegliedert wird:





**Abb. 6:** Umgang mit Abweichungen im bauaufsichtlichen Verfahren

#### 4.2 \_ Zusammenwirken baulicher und anlagentechnischer Maßnahmen

Die Landesbauordnungen basieren fast ausschließlich auf dem baulichen Brandschutz. Sie stellen ein Standardbrandschutzkonzept dar. Das Anforderungsniveau orientiert sich am maximal zulässigen Risiko der jeweiligen Gebäudeklasse. Stillschweigend wird das Vorhandensein einer Feuerwehr vorausgesetzt, da ansonsten der zweite Rettungsweg, der bei Wohngebäuden bis zur Hochhausgrenze über Rettungsgerät der Feuerwehr hergestellt werden darf, nicht gewährleistet wäre.

Im Rahmen der Landesbauordnungen besteht zurzeit formal nicht die Möglichkeit des Austauschs von baulichen und anlagentechnischen Maßnahmen. Bei einer schutzzielorientierten Betrachtung erscheint es jedoch analog zu den Sonderbauverordnungen sinnvoll, das Zusammenwirken und die Kompensation von baulichen und anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen zuzulassen [19].

Eine Reduzierung der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer der Tragkonstruktion kann beispielsweise mit einer geeigneten automatischen Löschanlage kompensiert werden. Bei einer Überschreitung der zulässigen Rettungsweglänge bieten sich automatische Brandmelder in Verbindung mit einer akustischen Alarmierung an. Für die Bewertung entscheidend ist, dass mit den Kompensationsmaßnahmen das gleiche Sicherheitsniveau erreicht wird und die Schutzziele des Brandschutzes erfüllt werden.

#### 4.3 \_ Umgang mit Abweichungen vom Baurecht

Abweichungen von Anforderungen der Landesbauordnungen müssen im Brandschutzkonzept benannt werden.

Bei jeder Abweichung muss nachgewiesen werden, dass keine Bedenken hinsichtlich des Brandschutzes bestehen. Insbesondere muss dargestellt werden, wie die Schutzziele des Baurechts trotz der Abweichung z.B. durch Kompensationsmaßnahmen erfüllt werden.

## 5\_ Brandschutz an mehrgeschossigen Holzbauten und Aufstockungen



### 5.1 \_ Allgemeines

Durch die Anfertigung eines Brandschutzkonzeptes im Rahmen der Genehmigungsplanung ist es möglich, die Anforderungen an den baulichen Brandschutz durch geeignete Kompensationsmaßnahmen zu reduzieren. Das betrifft zum Beispiel die Anforderungen an

- die Baustoffklasse der verwendeten Dämmstoffe,
- den Feuerwiderstand der tragenden, aussteifenden und raumabschließenden Bauteile,
- die Kapselklasse der brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung und
- die Abschottung von Öffnungen für die Durchführung von Installationen in raumabschließenden Bauteilen.

Als Kompensationsmöglichkeiten für diese und ähnliche bauliche Brandschutzanforderungen kommen streng genommen ausschließlich Maßnahmen in Frage, die beim betreffenden Objekt baurechtlich nicht explizit gefordert sind. Bei wohnungsähnlichen Nutzungen und kleineren Geschäftshäusern, die nicht in den Bereich der Sonderbauten fallen, sind das in erster Linie anlagentechnische Maßnahmen wie Brandmelde- und Alarmierungsanlagen sowie Sprinkler.

Über diese anlagentechnischen Möglichkeiten hinaus können jedoch auch bestimmte Maßnahmen des baulichen und abwehrenden Brandschutzes, die baurechtlich ohnehin gefordert sind, kompensatorisch eingesetzt werden. Sie müssen über das baurechtlich und feuerwehrtechnisch erforderliche Maß hinaus vorgesehen werden, um ein Defizit in anderen Bereichen auszugleichen. Das betrifft zum Beispiel:

- das Rettungskonzept (horizontale und vertikale Rettungswege),
- die Größe der Nutzeinheiten,
- die Bauart der Brandwände sowie der notwendigen Treppen und Treppenträume,
- die Ausführung der Bauteilanschlüsse,
- die Anordnung von Feuerwehrlflächen,
- die Löschwasserversorgung und
- zusätzliche feuerwehrtechnische Maßnahmen.

Es soll an dieser Stelle deutlich gemacht werden, dass die nachfolgenden Ausführungen nicht pauschalisiert werden dürfen. Sie sind lediglich als Beispiel zu verstehen. Die Maßnahmen sind stets objektspezifisch und im Gesamtzusammenhang zu sehen.

Konstruktionen im mehrgeschossigen Holzbau erfordern eine exakte Planung und Ausführung. Diese Anforderungen an das ausführende Unternehmen finden Berücksichtigung in den Definitionen, die gemäß Abschnitt 5 der M-HFHolzR [1] beschrieben sind.

Für die Herstellung von Bauteilen zur Verwendung in der Gebäudeklasse 4 ist gemäß der Muster-Richtlinie Abschnitt 5.2 ein Übereinstimmungsnachweis erforderlich. Nach den Vorgaben der MVV TB [14] muss ein Übereinstimmungszertifikat durch eine anerkannte Zertifizierungsstelle ausgestellt werden. Hochfeuerhemmende Bauteile mit brandschutztechnisch wirksamer Bekleidung benötigen darüber hinaus in jedem Fall einen Verwendbarkeitsnachweis in Form eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses für Bauarten (abP).

Der Übereinstimmungsnachweis (ÜZ) für beidseitig bekleidete oder beplankte Wand-, Decken- und Dachelemente – z.B. Tafелеlemente für Holzhäuser in Tafelbauart – ist nicht ausreichend. Um Schwierigkeiten in der Umsetzung von Projekten unter Verwendung hochfeuerhemmender Bauteile zu vermeiden, ist es für die ausführenden Unternehmen wichtig, rechtzeitig vor der Herstellung und Errichtung dieser Elemente die erforderliche Überwachung durchführen zu lassen, dies auch um Verzögerungen im Bauablauf zu vermeiden.

Derzeit sind für die Erteilung des erforderlichen Übereinstimmungszertifikats zwei Zertifizierungsstellen in Deutschland akkreditiert. Es handelt sich dabei um die Materialprüfanstalt für das Bauwesen

in Braunschweig (MPA der Technischen Universität Braunschweig) sowie die Prüfstelle Holzbau der MPA Bau der Technischen Universität München. Nach vorliegenden Informationen haben weitere Prüf- und Überwachungsstellen eine derartige Akkreditierung beantragt. Nähere Informationen können bei den Zertifizierungsstellen oder bei Holzbau Deutschland angefragt werden.

Obwohl eine Fremdüberwachung (für alle Bauweisen) grundsätzlich zu begrüßen ist, muss hinterfragt werden, ob nicht für Betriebe, die bereits nach Holztafelbau-Richtlinie überwacht werden, zusätzlich für die Ausführung von hochfeuerhemmenden Bauteilen erforderliche Kenntnisse in die bestehende Überwachung integriert werden können. Zumal eine Überwachung derzeit nicht notwendig wäre, wenn auf eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung (z.B. Baden-Württemberg, Hamburg, Berlin, Nordrhein-Westfalen [8,9,10,11]) verzichtet wird. Gleichermaßen ist eine Überwachung derzeit nicht geregelt, wenn die Bauteile abweichend von der M-HFHolzR [1] (und dies ist der Regelfall) ausgeführt werden. Es ist zu hoffen, dass im Rahmen der anstehenden Überarbeitung der M-HFHolzR [1] ein einheitliches System für alle Holzbauweisen entwickelt wird.

## 5.2 \_ Maßnahmen für die Feuerwehr

Zwei der grundlegenden bauaufsichtlichen Schutzziele betreffen direkt den Einsatz der Feuerwehr:

- die Gewährleistung der Rettung von Menschen und Tieren
- die Durchführung von wirkungsvollen Brandbekämpfungsmaßnahmen

Das bedeutet, dass entsprechende Maßnahmen und Einrichtungen für die Feuerwehr wie Feuerwehraufstell- und Bewegungsflächen sowie eine ausreichende Löschwasserversorgung bauaufsichtlich gefordert werden und in ihrer Grundform nicht kompensatorisch eingesetzt werden können.

Folgende Maßnahmen gehen über die Mindestanforderungen hinaus und bieten optimale Voraussetzungen für eine Rettung von Personen und die Brandbekämpfung:

- Feuerwehrebewegungsflächen in direkter Nähe des Gebäudezugangs (maximal 15 m, d. h. innerhalb einer Schlauchlänge vom notwendigen Treppenraum entfernt)
- Feuerwehraufstellflächen für Hubrettungsfahrzeuge an der dem Treppenraum entgegengesetzten Gebäudeseite, um eine vom Treppenraum unabhängige rückwärtige Rettungsmöglichkeit zu schaffen. Jede Wohneinheit muss an dieser Gebäudeseite anleiterbare Fenster aufweisen (Abmessungen können je nach LBO unterschiedlich sein, 0,90 m x 1,20 m gemäß §37 Abs. (5) MBO [2])
- Trockene Steigleitungen bei größeren Objekten, insbesondere bei innenliegenden Treppenräumen
- Löschwasserversorgung mindestens 1.600 l/min; der erste Hydrant sollte sich nicht weiter als 100 m vom Objekt entfernt befinden
- halbstationäre Löschanlagen, die durch die Feuerwehr in Betrieb genommen werden (z.B. bei brennbaren Fassaden)

Die optimale Kombination und Quantität der baulichen, anlagentechnischen, abwehrenden und organisatorischen Maßnahmen muss der Brandschutzsachverständige in Abhängigkeit von den speziellen Randbedingungen des Gebäudes im Einzelfall festlegen und mit der zuständigen Bauaufsichtsbehörde sowie der Brandschutzdienststelle der Feuerwehr diskutieren. Eine der wesentlichen Aufgaben des Brandschutzingenieurs besteht darin, die Behörden von der Plausibilität und Wirksamkeit des Gesamtkonzeptes zu überzeugen.

### 5.3 \_ Kompensation mittels anlagentechnischer Maßnahmen

Kosteneinsparpotenzial im mehrgeschossigen Holzbau bietet die Reduzierung der Kapselklasse von K<sub>2</sub>60 auf K<sub>2</sub>30 bzw. der Verzicht auf die Kapselung. Um eine solche Verringerung sinnvoll kompensieren zu können, muss das Schutzziel verstanden sein.

Die Anforderung K<sub>2</sub>60 resultiert nicht aus dem Schutzziel, die Flucht der Bewohner sicherzustellen. Denn in der Regel haben die Bewohner spätestens innerhalb der ersten zehn Minuten nach der Brandentdeckung das Gebäude verlassen. Auch die Rettung der gegebenenfalls im Haus verbliebenen Personen durch die Einsatzkräfte der Feuerwehr findet gewöhnlich innerhalb der ersten 20 Minuten nach der Brandentdeckung statt.

Vielmehr bestanden seitens der Feuerwehren Bedenken, ob in mehrgeschossigen Holzbauten das Schutzziel der Ermöglichung einer wirksamen Brandbekämpfung erfüllt werden kann. Die Befürchtungen bestanden darin, dass mögliche Brände im Innern der Holzbauteile sowie eine unkontrollierte Brandausbreitung über Hohlräume einen Löscherfolg erschweren könnten. Zudem wurde befürchtet, die Einsatzkräfte könnten nach dem Löschangriff noch durch ein möglicherweise eintretendes verzögertes Tragwerksversagen infolge eines versteckten Weiterbrandes hinter der Bekleidung gefährdet werden.

Um diese Gefährdungen auszuschließen, wurde vereinbart, Holzbauteile in der Gebäudeklasse 4 so auszubilden, dass sie während der ersten 60 Minuten nach Brandbeginn einem nichtbrennbaren Massivbauteil gleichgesetzt werden können. Dies setzt voraus, dass sich die brennbaren Holztragglieder während dieser Zeitspanne nicht entzünden dürfen.

Die Anforderung K<sub>2</sub>60 resultiert also in erster Linie aus der Gewährleistung einer wirkungsvollen Brandbekämpfung durch die Feuerwehr. Wenn nun mit-

tels geeigneter Anlagentechnik sichergestellt wird, dass der Brand rasch entdeckt und die Feuerwehr früh alarmiert wird, erscheint es vertretbar, die Kapselforderungen der Holzbauteile entsprechend zu verringern.

### 5.3.1 \_ Brandmeldesysteme

Geeignet ist in diesem Zusammenhang eine automatische Brandmeldung. Die vollwertige Brandmeldeanlage nach DIN VDE 0833 Teil 2 [20] und DIN 14675 [21] sollte jedoch Sonderbauten wie Versammlungsstätten, Hochhäusern, Krankenhäusern, Pflegeheimen oder Verkaufsstätten vorbehalten bleiben. Denn Anlagen, die nach diesen Normen errichtet werden, ziehen eine ganze Reihe von erforderlichen technischen Einrichtungen nach sich:

- Übertragungseinrichtung (Anlage, die zur Aufnahme und Übertragung von Brandmeldungen zur Feuerwehr dient und von Personen zum unmittelbaren Hilferuf genutzt werden kann)
- Ersatzstromquelle und Verlegung der Kabel in Funktionserhaltsklasse E 30
- Brandmelderzentrale (BMZ) mit Anzeigetableau, Feuerwehrlaufkarten, Übersichtspläne für die Feuerwehr
- Feuerwehrschränke (FSD), sofern keine ständig besetzte Stelle vorhanden ist
- gelbe Rundumkennleuchte (Dreh- oder Blitzleuchte) im Eingangsbereich zur Kennzeichnung der BMZ

Es ist nachvollziehbar, dass dieser erhebliche technische Aufwand relativ hohe Investitionskosten nach sich zieht. Hinzu kommen Kosten für regelmäßige Wartung sowie Gebühren für die Aufschaltung zur Feuerwehr. Diese Anlagen sind unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten daher nur bei großen Sonderbauten sinnvoll.

Für mehrgeschossige Holzbauten und Aufstockungen mit wohnungsähnlichen Nutzungen ist eine reduzierte Anlage, die als Brandwarnanlage (BWA) gemäß DIN VDE 0826-2:2018-07 [22] konzipiert wird, sinnvoller. Die Wohnungen erhalten analog der DIN VDE 0833-2 [20] und der DIN 14675 [21] eine vollflächige Überwachung durch automatische Brandmelder.

Auf Handmelder kann verzichtet werden. Ggf. ist ein Hausalarmtaster (Farbe: Blau) neben dem Haupteingang sinnvoll. Durch die Vernetzung über eine Brandmeldezentrale ist eine abgestufte Alarmierung der Bewohner möglich. Eine automatische Übertragung zur Feuerwehr erfolgt jedoch nicht. Daher sind die oben genannten technischen Einrich-

**Abb. 7:**  
Rauchwarnmelder nach  
DIN VDE 0826 [22]



tungen (mit Ausnahme der BMZ) nicht erforderlich. Damit entfällt der hohe finanzielle Aufwand, der durch die Aufschaltung zur Feuerwehr entsteht.

Das Schutzziel der frühzeitigen Entdeckung eines Brandes wird durch die Brandalarmierungsanlage nahezu gleichwertig erreicht. Der Fall, in dem alle Bewohner eines mehrgeschossigen Wohngebäudes außer Haus sind, kann als sehr unwahrscheinlich eingestuft werden. Da außerdem heutzutage die Mehrzahl der Haushalte über Mobiltelefone verfügt, kann auch ohne eine Brandmeldeanlage mit Aufschaltung zur Feuerwehr im Regelfall von einer schnellen Alarmierung der Einsatzkräfte ausgegangen werden.

Innerhalb einer halben Stunde nach Brandbeginn kann auf Grund der frühzeitigen Brandmeldung und Alarmierung überall in Deutschland mit dem Eintreffen der Feuerwehr gerechnet werden. Da die Wege in mehrgeschossigen Wohngebäuden im Gegensatz zu großflächigen oder hohen Sonderbauten (z. B. Hochhäuser) relativ kurz sind, geht die Entwicklung des Löschangriffs schnell vonstatten, so dass innerhalb dieser Zeitspanne auch von einem Löschangriff im Brandraum ausgegangen werden kann.

Sind automatische Rauchmelder vorhanden, kann nach Expertenaussagen und experimentellen Studien eine Alarmierungszeit von ca. 2-3 Minuten nach Brandausbruch vorausgesetzt werden. Ohne Rauchmelderüberwachung kann dagegen beispielsweise ein Schwelbrand unter Umständen eine Zeit lang unentdeckt bleiben. Eine Alarmierungszeit kann daher nicht vorhergesagt werden.

Zur Vermeidung von Fehlalarmen sollte folgende vereinfachte Matrix Anwendung finden:

- Bei Ansprechen des 1. Rauchmelders: Auslösen der akustischen Alarmierungsanlagen (Hupen) zunächst in der betroffenen Nutzereinheit. Bei Auslösen eines 2. Rauchmelders Auslösen der Alarmierungsanlagen (Hupen) im gesamten Gebäude.
- Bei Ansprechen des 1. Rauchmelders: Abschaltung des Lüftungsgeräts in der betroffenen Nutzereinheit. Bei Auslösen eines 2. Rauchmelders Abschaltung der Lüftungsgeräte in allen Nutzereinheiten.

Weiterhin müssen Möglichkeiten vorgesehen werden, dass die Brandwarnanlage rückgesetzt werden kann. Da dies keine originäre Aufgabe der Feuerwehr ist, muss dies entweder durch eingewiesene Bewohner oder durch einen Hausmeisterservice erfolgen. Der Hausmeister kann z.B. mittels einer SMS auf ein Mobiltelefon von einer Auslösung der Anlage informiert werden. Wenn das Brandschutzkonzept eine bewohnerunabhängige Alarmierung der Feuerwehr vorsieht, besteht die Möglichkeit, die Rauchmelder mit einem einfachen Schnittstellenmodul zu verbinden und auf ein Telefonwählgerät aufzuschalten. Die Brandmeldung wird über das Telefonwählgerät automatisch an einen Wachdienst weitergegeben, der das Objekt umgehend inspiziert und gegebenenfalls die Feuerwehr alarmiert.

Welche Maßnahmen und Lösungen umzusetzen sind, muss objektspezifisch durch einen Brandschutzingenieur im Brandschutzkonzept definiert werden.



### 5.3.2 \_ Löschanlagen

Automatische Löschanlagen wie Sprinkler- oder Wassernebellöschanlagen sind geeignet, eine Reduzierung sowohl des Feuerwiderstandes als auch der Kapselungsintensität der Holzbauteile zu kompensieren. Sichtbare Holzbauteile ohne jegliche Bekleidung oder Beschichtung können in Abhängigkeit der übrigen Randbedingungen als genehmigungsfähig eingestuft werden, wenn eine automatische Löschanlage vorhanden ist.

Auch der Verzicht auf die brandschutztechnische Abschottung von Öffnungen für Durchführungen in raumabschließenden Bauteilen ist in Abhängigkeit der Brandabschnittsgröße genehmigungsfähig, damit der Löschanlage das Schutzziel der Begrenzung der Brandausbreitung ebenso erreicht wird.

Im Bereich des üblichen Wohnungsbaus ist diese anlagentechnische Maßnahme jedoch meist nicht finanzierbar, zumal neben den Anschaffungskosten auch Unterhaltungskosten berücksichtigt werden müssen. Bei größeren Sonderbauten, z.B. Schulen oder Pflegeheime, kann die Anordnung einer automatischen Löschanlage dagegen auf Grund der dort herrschenden höheren Anforderungen an den baulichen Brandschutz lohnenswert sein.

Bei den meisten Sonderbauten besteht für die Tragkonstruktion die Anforderung „feuerbeständig“. Dies beinhaltet die Ausführung in den wesentlichen Teilen (Tragwerk) aus nichtbrennbaren Baustoffen, was den Holzbau baurechtlich gesehen zunächst ausschließt.

Unter der Voraussetzung, dass eine flächendeckende automatische Löschanlage installiert wird, ist es je nach Objektgröße und den sonstigen Randbedingungen aber durchaus vorstellbar, sowohl die Anforderung an den Feuerwiderstand der Bauteile als auch die Baustoffklasse zu reduzieren. So kann zum Beispiel die Tragkonstruktion in R 60-BA statt

R 90-AB oder der Raumabschluss in EI 60-BA statt EI 90-AB ausgeführt werden. Ebenso erscheint es vertretbar, die Anforderung an die Kapselklasse von K<sub>2</sub>60 auf K<sub>2</sub>30 zu verringern oder gänzlich auf diese zu verzichten.

Bezüglich des Sachschutzes muss gerade im Bereich der Holzbauweise neben dem primären Schadensereignis Brand auch der potenzielle Schaden durch Löschwasser betrachtet werden. Daher ist es in Holzbauten sinnvoll, anstelle einer gewöhnlichen Sprinkleranlage einer Wassernebellöschanlage den Vorzug zu geben.

Die Feinsprüh- bzw. auch Wassernebellöschanlage kombiniert die Vorteile einer Sprinkleranlage mit der Löschwirkung von Wassernebel. Grundsätzlich weist sie vom Aufbau her die gleichen Merkmale wie eine klassische Sprinkleranlage auf. Ausgestattet mit Glasfaser-Auslöseelementen produzieren sie aber mithilfe von Sprinklerdüsen und Druck im Brandfall einen feinen Wassernebel.

Es wird zwischen drei verschiedenen Anlagen unterschieden:

- Niederdruckanlagen mit einem Betriebsdruck bis zu 12,5 bar
- Mitteldruckanlagen mit 12 bis 34,5 bar sowie
- Hochdruckanlagen mit mehr als 35 bar.

Der Löscherfolg beruht auf der hohen Anzahl kleiner Tropfen, wodurch sich die zur Kühlung verfügbare Reaktionsoberfläche des eingesetzten Wassers stark vergrößert. Die kleinen Wassertropfen verdampfen am Brandherd. Durch die Verdampfung wird das Volumen des Wassers um ein Vielfaches vergrößert. Dadurch wird der Sauerstoff lokal am Brandherd verdrängt. Infolgedessen entsteht am Brandherd ein lokaler Stickeffekt, ähnlich wie bei inerten Löschgasen, bei denen jedoch der Luftsauerstoffgehalt im

Gegensatz zur Wassernebellöschanlage im gesamten Raum herabgesenkt werden muss.

Dies ist jedoch nur gegeben, wenn die Tropfen die Reaktionszone erreichen. Wichtige Einflussfaktoren sind dabei die Ventilationsbedingungen, da kleine Tropfen leichter abgelenkt werden können als größere Tropfen. Die Wirksamkeit der Anlage ist zudem stark abhängig von der kinetischen Energie des Düsenkopfes, der Ausrichtung auf das Feuer und der Raumgeometrie.

Sowohl die Niederdruck- als auch die Hochdruckanlage eignen sich aufgrund ihres geringen Löschwasserbedarfs sehr gut für den Einsatz im Holzbau: Eine Niederdruckanlage braucht bis zu 85 Prozent weniger Wasser als eine konventionelle Sprinkleranlage, die Hochdruckanlage benötigt bis zu 95 Prozent weniger Löschwasser. Trotz größerer Löschwassermengen haben Niederdruckanlagen den Vorteil, dass ihre Rohrleitungen sowohl aus verzinkten Rohren als auch aus Kunststoffrohren (im Holzbau allerdings nicht geeignet) bestehen können.

Der Betriebsdruck ist geringer und es werden keine kostenintensiven Hochdruckpumpen benötigt. Diese sind bei Hochdrucksystemen zwingend notwendig, zudem dürfen nur Edelstahlrohre verwendet werden. Eine ausreichende Wasserfilterung ist aufgrund von erhöhter Verstopfungsgefahr der Hochdruckdüsen zu beachten. Da es noch keine allgemeinen Normen existieren, gibt es derzeit nur Systemzulassungen.

Der Response Time Index (RTI-Wert) beschreibt die dynamische Ansprechempfindlichkeit eines Sprinklers. Grundsätzlich sollten schnell ansprechende Auslöseelemente mit einem RTI-Wert  $\leq 50$  gewählt werden. Ggf. sollten im Küchenbereich zusätzlich Brandmelder installiert werden (falls nicht ohnehin vorhanden), die zur Steuerung und Vermeidung von Fehlauflösungen mit herangezogen werden können.



Die Auswahl des geeigneten Systems obliegt dem Brandschutzingenieur in Abstimmung mit der Architektur und der Fachplanung Sprinkler. Die größeren Rohrdurchmesser einer Sprinkleranlage benötigen mehr Platz beim Einbau. Sprinkler sind auch in einer zurückgesetzten oder einer verdeckten Variante erhältlich. Im Brandfall werden die Abdeckungen abgeworfen. Bei Hochdruckanlagen könnte man eventuell auch die Sichtbarkeit der Rohre und Düsen in Erwägung ziehen, da sie in hochwertigem Edelstahl hergestellt werden. Verdeckte oder zurückgesetzte Sprinkler sind im Hochdruckbereich bisher nicht erhältlich.

Die Rohrdurchmesser von Feinsprühanlagen liegen zwischen den Durchmessern der Sprinkler- und der Hochdruckanlage. Dies wirkt sich natürlich auf die Größe des Steigschachtes aus.

**Abb. 8:**  
Hochdruckwassernebellöschanlage

## Brüstung und Übergänge in Stahlbeton

Abb. 9:

Außenliegende Treppe am  
Beispiel C13, Berlin

**5.4 \_ Rettungskonzept**

Das vorrangige Schutzziel im deutschen Baurecht ist der Personenschutz. Grundsätzlich fordert der Gesetzgeber neben dem ersten baulichen Rettungsweg in Form einer notwendigen Treppe in einem erforderlichen Treppenraum auch einen zweiten Rettungsweg. Er kann bei Wohnungen und wohnungsähnlicher Nutzung über anleiterbare Fenster in Verbindung mit Rettungsgeräten der Feuerwehr gewährleistet werden.

Die hierfür ab der Gebäudeklasse 4 erforderlichen Feuerwehraufstellflächen für Hubrettungsfahrzeuge sowie die anleiterbaren Fenster sollten vorzugsweise auf der dem notwendigen Treppenraum gegenüberliegenden Seite angeordnet sein. Auf diese Weise wird eine vom ersten Rettungsweg unabhängige Fluchtmöglichkeit geschaffen, die im Falle des Ausfalls der Treppe die Rettung gewährleistet.

Ein zweiter baulicher Rettungsweg, beispielsweise in Form einer offenen Außentreppe, ist erforderlich bei

- deutlicher Überschreitung (> 10 %) der zulässigen Rettungsweglängen im Verlauf des ersten Rettungsweges,
- Überschreitung der zulässigen Stichflurlängen,
- fehlendem Platz für Feuerwehraufstellflächen.

Der Sachschutz und die wirksamen Löschmaßnahmen sind in der Priorität dem Personenschutz nachgeordnet. Eine signifikante Verbesserung der Flucht- und Rettungswege ist daher ein starkes Element für die Kompensation baurechtlicher Abweichungen. Insbesondere in der Gebäudeklasse 5 haben sich Treppenräume in Anlehnung an einen Sicherheitstrepfenraum ggf. in Verbindung mit verkürzten Rettungsweglängen als vorteilhaft herausgestellt. Eine elegante Variante ist, die notwendigen Treppenräume in Massivbauweise (Stahlbeton) im freien Luftverbund zu errichten und sie vom Hauptgebäudekörper abzurücken.

<sup>1)</sup> Die Angabe basiert auf Erfahrungswerten. Grundsätzlich muss sie in jedem bauaufsichtlichen Verfahren neu definiert werden. Dabei ist eine restriktivere Auslegung möglich.



Ein Ausfall dieses Fluchtwegs ist damit in Analogie zu einem Sicherheitstrepfenraum als äußerst unwahrscheinlich einzustufen. Außerdem schätzt die Feuerwehr solche Treppenräume als sichere Angriffswege in die vom Brand betroffene Ebene. Der Löschangriff kann aus einem sicheren Bereich heraus auf Ebene des Brandes erfolgen, ohne dass eine Drehleiter erforderlich ist.

Wenn die Übergänge und Brüstungen in Stahlbetonbauweise hergestellt werden und die Treppe einen ausreichenden Abstand vom Hauptgebäude hat (am besten 5 m), spricht auch nichts gegen eine Ausführung der notwendigen Treppen ohne Feuerwiderstand (z.B. in Stahlbauweise), da eine nennenswerte thermische Beanspruchung der Treppen aufgrund des ausreichenden Abstands von einem möglichen Brandszenario ausgeschlossen werden kann.

Bei innenliegenden Treppenräumen kann das gleiche Prinzip angewendet werden, indem der Treppenraum eine Spüllüftungsanlage in Verbindung mit feuerhemmenden, rauchdichten und selbstschließenden Türen oder ggf. eine Rauchschutzdruckanlage erhält.

### 5.5 \_ Brandwände und Treppenräume

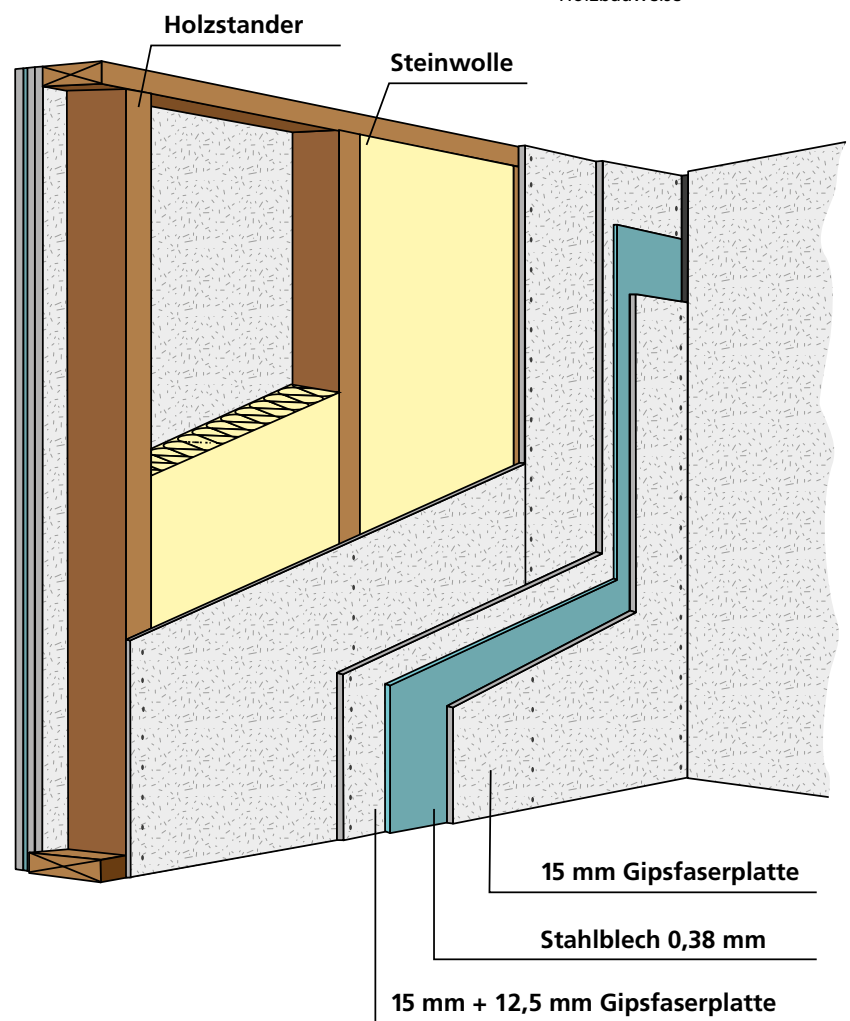
Gemäß § 30 Abs. 3 MBO 2002 [2] ist es in der Gebäudeklasse 4 möglich, Brandwände und Wände der notwendigen Treppenräume in Holzbauweise herzustellen. Diese als Brandwandersatzwand bezeichneten Wände müssen auch bei zusätzlicher mechanischer Beanspruchung (Stoßbeanspruchung) hochfeuerhemmend (REI-M 60) sein.

Ein möglicher Wandaufbau wird in Abbildung 10 dargestellt. Die Stoßbeanspruchung bei der Brandprüfung nach DIN EN 1365-1 [23] in Verbindung mit DIN EN 1363-1 [13] und DIN EN 1363-2 wird in diesem Falle beim Stoß ins Feld zwischen zwei Ständern von einer Stahlblechtafel aufgenommen und an die benachbarten Ständer weitergegeben. Alternativ sind auch Wandaufbauten denkbar, bei denen als lastweiterleitendes Element eine Holzwerkstoffplatte auf den Holzständern montiert wird, die durch eine zweilagige Bekleidung geschützt wird. Für alle Wandaufbauten muss ein bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis vorhanden sein. Bei einer Reduzierung der Kapselklasse von beispielsweise  $K_2,60$  auf  $K_2,30$  müssen die Brandwandersatzwände und die Wände der notwendigen Treppenräume als besonders sicherheitsrelevante Bauteile davon ausgenommen werden.

Die Herstellung der Brandwandersatzwände sowie der notwendigen Treppen- und Treppenraumwände in Massivbauart (REI-M 60-A) kann als zusätzliche Kompensationsmaßnahme für eine Reduzierung der Kapselklasse angesehen werden.

Abb. 10:

Möglicher Aufbau einer Brandwandersatzwand in Holzbauweise



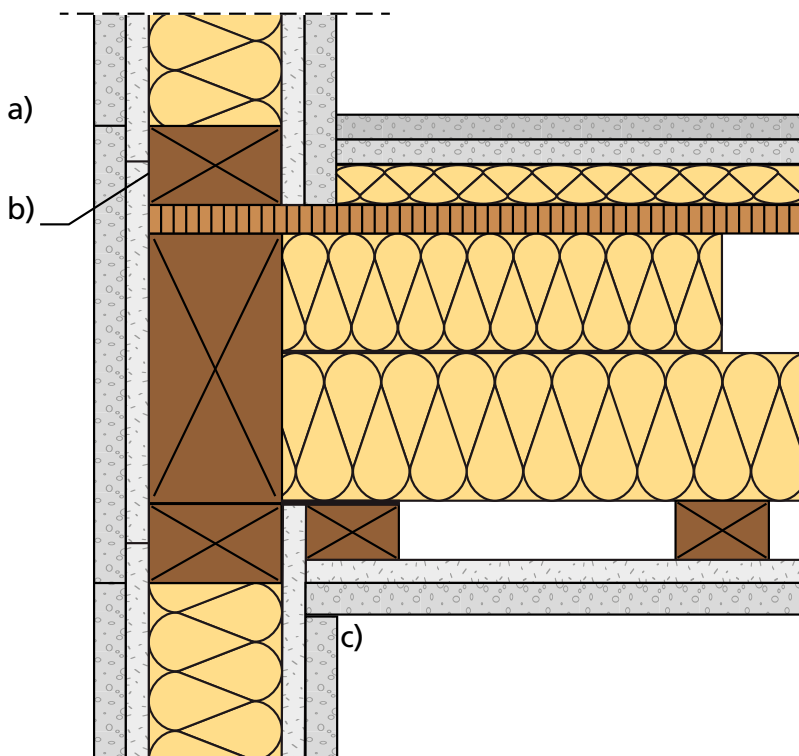
### 5.6 \_ Ausführung der Bauteilanschlüsse

Bei Verringerung der Kapselklasse von  $K_260$  auf  $K_245$  oder  $K_230$  ist es empfehlenswert, im Rahmen des Brandschutzkonzeptes besonders auf die Ausführung der Bauteilanschlüsse einzugehen.

Es ist nachzuweisen, dass ein vorzeitiger Brandeintrag in die Konstruktion im Bereich der Anschlüsse auf Grund der getroffenen konstruktiven Maßnahmen ausgeschlossen werden kann.

Zur Ausbildung der Bauteilanschlüsse ist nach Muster-Holzbaurichtlinie (M-HFH HolzR) [1] Folgendes zu beachten (Abbildung 11):

**Abb. 11:** Möglicher Aufbau einer Eckausbildung Wand/Decke



a) Im Anschlussbereich sind die Brandschutzbekleidungen der Bauteile mit Fugenversatz, Stufenfalz oder Nut- und Feder-Verbindungen so auszubilden, dass keine durchgängigen Fugen entstehen.

b) Die Anschlüsse sind so auszuführen, dass die Brandschutzbekleidung bei Verformungen, die durch Brandeinwirkung entstehen, nicht aufreißt. Dazu sind die Bauteile im Anschlussbereich in Abständen von höchstens 500 mm mit Schrauben zu verbinden, die einen Schaftdurchmesser von mindestens 12 mm haben und eine Einschraubtiefe von mindestens 70 mm aufweisen müssen. Alternativ können Schrauben oder Gewindestangen mit einem Mindestdurchmesser von 8 mm eingesetzt werden, wenn der Abstand der Verbindungsmittel nicht mehr als 500 mm beträgt und die erforderliche Verbindungskraft von mindestens 0,85 kN/lfm – unter Normaltemperatur – nachgewiesen ist.

c) Fugen sind mit nichtbrennbaren Baustoffen zu verschließen (z. B. Verspachtelung oder Deckleisten).

d) In den vertikalen Fugen zwischen den Wand- und Deckenbauteilen muss ein mindestens 20 mm dicker Streifen aus nichtbrennbaren Mineralwollgedämmstoffen (Rohdichte  $\geq 30 \text{ kg/m}^3$ , Schmelzpunkt  $> 1000 \text{ }^\circ\text{C}$ ) komprimiert eingebaut werden.

Durch die Ausbildung der Anschlüsse gemäß M-HFH HolzR [1] wird gewährleistet, dass während der Zeitdauer der Kapselung im Bereich der Anschlüsse kein Brandeintrag stattfindet. Die Übertragung von Rauch- und Brandgasen in benachbarte oder darüber liegende Nutzeinheiten wird wirkungsvoll behindert. Weitere Detailausbildungen sind im Rahmen der Forschungsinitiative Bau von der TU München entwickelt worden. Die Veröffentlichung [44] ist unter [irb.fraunhofer.de](http://irb.fraunhofer.de) frei herunterladbar. Die Akzeptanz muss aber im Vorfeld mit der jeweiligen unteren Bauaufsicht abgestimmt werden.

## 5.7 \_ Abschottungssysteme

In der Regel müssen Installationskanäle, Rohre, Leitungen oder Kabelbündel Wände und Decken mit Anforderungen an den Feuerwiderstand queren. Für die Sicherstellung der Verhinderung einer Brandausbreitung über die vom Brand betroffene Nutzungseinheit hinaus durch Installationsöffnungen in raumabschließenden Bauteilen existieren grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

1. Schächte/Kanäle in der Brandschutzqualität der tragenden/raumabschließenden Bauteile ohne Abschottung in Bauteilebene. Anordnung von Kabel- und Rohrabschottungen beim Austritt aus dem Schacht/Kanal in die Nutzungseinheit.
2. Schächte/Kanäle (sowie offene Verlegung) mit Abschottung in Bauteilebene in der Brandschutzqualität des raumabschließenden Bauteils. Beim Austritt der Kabel und Rohre aus einem Schacht/Kanal in die Nutzungseinheit müssen keine Abschottungen angeordnet werden.

Grundsätzlich wird bei der Durchführung von Installationen durch Decken empfohlen, eine Abschottung in Deckenebene vorzunehmen. Bei gewerblichen Objekten kann allerdings eine Schacht- bzw. Kanal-lösung ggf. langfristig wirtschaftlicher sein, da hier einerseits eine hohe Installationsdichte vorliegt und andererseits die Wahrscheinlichkeit regelmäßiger Nachinstallationen vergleichsweise hoch ist.

Abschottungen in Bauteilebene eines raumabschließenden Bauteils müssen entsprechend ihres Verwendbarkeitsnachweises in der Qualität des zu querenden Bauteils ausgeführt werden. Eine Möglichkeit, den bauaufsichtlich geforderten Raumabschluss sicherzustellen, ist die Durchführung einzelner Leitungen nach der Musterleitungsanlagenrichtlinie (MLAR) [24]. Die Erleichterungen der Musterleitungsanlagenrichtlinie (MLAR) [24] zur Durchführung von einzelnen Leitungen ohne/bzw. mit Dämmung in ei-

genen oder in gemeinsamen Durchbrüchen für mehrere Leitungen dürfen auch auf raumabschließende Wände und Decken in Holzbauweise angewendet werden und betreffen die folgenden Leitungstypen:

- a) einzelne elektrische Leitungen (ohne Durchmesserbeschränkung!),
- b) einzelne Rohrleitungen mit einem Außendurchmesser  $D$  bis 160 mm aus nichtbrennbaren Baustoffen, ausgenommen Aluminium und Glas, auch mit Beschichtungen aus brennbaren Baustoffen bis zu 2 mm Dicke,
- c) Rohrleitungen für nichtbrennbare Medien und Installationsrohre für elektrische Leitungen mit einem Außendurchmesser  $D$  bis 32 mm aus brennbaren Baustoffen, Aluminium oder Glas.

Die genannten Leitungen dürfen unter Beachtung nachfolgend genannter Randbedingungen ohne Abschottung durch Wände/Decken mit Anforderungen an den Feuerwiderstand geführt werden:

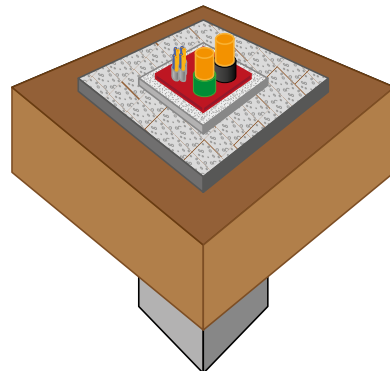
Der lichte Abstand der Leitungen untereinander muss bei Leitungen nach den Buchstaben a) und b) mindestens dem 1-fachen des größeren Leitungsdurchmessers ( $1 \times D$ ) und bei Leitungen nach dem Buchstaben c) mindestens dem 5-fachen des größeren Leitungsdurchmessers ( $5 \times D$ ) entsprechen.

Der lichte Abstand zwischen einer Leitung nach dem Buchstaben a) oder b) und einer Leitung nach dem Buchstaben c) muss dem größten Maß aus  $1 \times D$  oder  $5 \times D$  entsprechen.

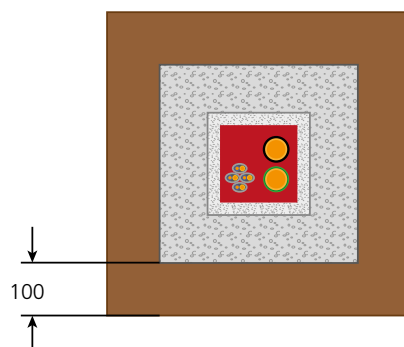
- Bei feuerbeständigen Wänden oder Decken mit einer Dicke von größer/gleich 80 mm sowie hochfeuerhemmenden Wänden oder Decken mit einer Dicke von größer/gleich 70 mm und feuerhemmenden Wänden oder Decken mit einer Dicke größer/gleich 60 mm.

Der Raum zwischen den Leitungen und den umgebenden Bauteilen muss mit Zementmörtel oder Beton in der vorgenannten Mindestbauteildicke vollständig ausgefüllt werden.

Die Abstandsregeln der MLAR [24] sind zu beachten. Im Regelfall ist die Anwendung der Erleichterungen daher nur für untergeordnete Installationen sinnvoll, da aufgrund der Abstandsmaße ein erheblicher Platzbedarf entsteht. Es wird daher empfohlen, analog den tradierten Bauweisen mit modernen Abschottungssystemen nach dem Baukastensystem der jeweiligen Hersteller zu planen. Problematisch ist hierbei aber das Fehlen von bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweisen für die Durchführung von Installationen durch raumabschließende Holzbauteile. Im Regelfall sind die Klassifizierungsprüfungen ausschließlich in leichten Trennwänden und in Massivbauteilen durchgeführt worden. Zum Nachweis der bauaufsichtlichen Verwendbarkeit müssen daher andere Lösungen in Abhängigkeit der geforderten Feuerwiderstandsdauer der raumabschließenden Bauteile verfolgt werden.



**Abb. 12:**  
Prinzip Darstellung umlaufende  
Bekleidung und Rahmen



### 5.7.1 \_ Konstruktive Grundsätze

Für einen Großteil der marktgängigen Abschottungssysteme stehen keine Ergebnisse aus Brandversuchen in Verbindung mit Holzbauteilen zur Verfügung. Für die Beurteilung müssen daher Prüfungen in Kombination mit der Massivbauweise oder der (Stahl-)Leichtbauweise herangezogen werden. Dies ist vertretbar, da die prinzipielle Wirkungsweise eines Abschottungssystems unabhängig von der umgebenden Bauart (Massivbauweise, Leichtbauweise, Holzbauweise etc.) gegeben ist. Bei der Planung von Kabel- und Rohrdurchführungen müssen im Bereich der Abschottung daher konstruktive Randbedingungen vorgesehen werden, die eine Beurteilung der Feuerwiderstandsdauer auf Basis des Verwendbarkeitsnachweises zulassen. Die Beurteilung muss durch den Inhaber des Verwendbarkeitsnachweises und/oder durch einen erfahrenen Brandschutzsachverständigen mit entsprechender Sachkunde und Prüferfahrung erfolgen, da es sich nach heutigem Stand in der Regel immer noch um eine Abweichung vom Verwendbarkeitsnachweis handelt. Der Brandschutzsachverständige muss auch die notwendigen Abstimmungen mit der unteren Bauaufsichtsbehörde organisieren.

Entgegen der gängigen Praxis ist es daher notwendig, die Planung von Durchbrüchen für die technische Gebäudeausrüstung, detailliert unter Einbeziehung aller Medien auszuführen. Hier bieten moderne Brandschutzsysteme mit einer im Brandfall stark intumeszierenden Wirkung ein zusätzliches Maß an Sicherheit. Verformungen und eventuell auftretende Spalten werden durch das aufschäumende Abschottungssystem sicher verschlossen.

Das prinzipielle Vorgehen wird am Beispiel einer Holzdecke diskutiert: Bei einer Holzbalkendecke ist ein Rahmen (Breite  $\geq 100$  mm) auszuführen. In einer Massivholzdecke kann der Durchbruch direkt hergestellt werden. Für den Durchbruch ist in Anlehnung an die M-HFH HolzR [1] eine Laibungsbekleidung in

Qualität der Brandschutzbekleidung ( $K_260$  gemäß DIN EN 13501-2 [5]) auszuführen. Die Laibungsbekleidung muss dabei über die gesamte Dicke des Bauteils erfolgen. Sofern die Holzdecke im Rahmen des Brandschutzkonzepts als unbekleidetes Bauteil ausgeführt werden darf, muss um den Einflussbereich der Abschottung (umlaufend  $\geq 100\text{mm}$  Breite) die Brandschutzbekleidung ausgeführt werden.

Der Durchbruch kann jetzt nach den konstruktiven Grundsätzen des entsprechenden Verwendbarkeitsnachweises beurteilt werden. Die konstruktive Durchbildung ist mit einer geprüften Situation in einer leichten Trennwand vergleichbar. Durch die Brandschutzbekleidung wird ein „Hinterbrennen“ des Abschottungssystems verhindert.

Für rechteckige Durchbrüche ist dies eine konstruktiv umsetzbare Lösung. Es bleibt jedoch zu beachten, dass hier ein größerer Platzbedarf und Installationsaufwand zu berücksichtigen ist. Im Bereich von Bohröffnungen ist diese Lösung schwer umsetzbar und im Bereich von sichtbaren Holzbauteilen häufig nicht erwünscht.

Mittlerweile wurden Prüfungen an Abschottungssystemen in EI90 Holzbauteilen durchgeführt. Hierbei handelt es sich um Prüfungen nach DIN EN 1366-3 [25] in Wänden und Decken in Holzmassiv- und Holzrahmenbauweise. Die Prüfungen wurden mit und ohne die sonst üblichen Umfassungsbauteile aus nichtbrennbaren Bauplatten durchgeführt. Mit den jetzt zur Verfügung stehenden Testergebnissen für moderne Abschottungssysteme lassen sich erstmalig auch gehobene Ansprüche an die technische Infrastruktur von modernen Gebäuden gut realisieren.

Es bedarf hier gleichermaßen einer genauen Planung unter Berücksichtigung der zu beachtenden konstruktiven Grundsätze bei Abschottungen im Holzbau. Durchgeführte Versuche bis zu einer feuerbeständigen Ausführung (EI90) haben dies deutlich

aufgezeigt. Es kommt hier nicht nur dem Abbrandverhalten, sondern auch der Rissbildung von Holzbauteilen im Brandfall eine besondere Bedeutung zu. Die Versuche haben gezeigt, dass im Bereich von brennbaren Rohren der Haustechnik zusätzliche Maßnahmen zum Erreichen von R 90 notwendig sind.

Seitens eines Herstellers wurde bereits eine erste Zulassung für REI 90 Holzdecken erwirkt. Für die weiteren hier diskutierten Schottsysteme laufen derzeit beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) auf Basis der erfolgreich durchgeführten Klassifizierungsversuche die Anträge auf Erteilungen von bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweisen. Sobald diese vorliegen, stehen auch dem Holzbau die notwendigen Baukastensysteme für die Herstellung von Abschottungen der diversen Medien zur Verfügung. Bis dahin dürfte es aber keine große Herausforderung mehr sein, auf Basis der Versuche mit Hilfe von Einzelgutachten baurechtskonforme Abschottungen herzustellen. Es wird empfohlen, mit den einschlägigen Herstellern hierzu frühzeitig eine Abstimmung vorzunehmen.

**Abb. 13:**  
Brettsperrholzwand mit div.  
Schottsystemen vor und nach  
Versuch





## 6\_ Bauteilprüfungen

### 6.1 \_ Erforderlicher Bauteilprüfaufwand im mehrgeschossigen Holzbau der Gebäudeklasse 4

Für hochfeuerhemmende Holzbauteile ist ein bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis erforderlich. Der Nachweis wird in der Regel in Form eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses (abP) geführt. Dieses beinhaltet die Prüfung der Feuerwiderstandsfähigkeit einschließlich der Elementfugen.

Hinzu kommt die Überprüfung des Kapselkriteriums für die brandschutztechnisch wirksame Bekleidung. Sie wird in Form einer Deckenprüfung durchgeführt (siehe Abb. 14), da diese auf Grund der höheren Temperatureinwirkung und der Beanspruchung der Verbindungsmittel die maßgebliche Belastung darstellt. Die Prüfung der Kapselwirkung wird konstruktionsneutral durchgeführt. Daher muss die Brandschutzbekleidung nur einmal nachgewiesen werden und kann dann auf beliebigen Bauteilen eingesetzt werden.

### 6.2 \_ Feuerwiderstandsprüfung nach DIN EN 1363-1

Die Feuerwiderstandsklasse tragender und/oder raumabschließender Bauteile nach DIN EN 1363-1 [13] wird unter Normbrandbedingungen (Einheitstemperaturzeitkurve ETK) geprüft.

Hochfeuerhemmende bzw. feuerbeständige Bauteile, die raumabschließend sind, müssen während der Prüfdauer von 60 Minuten (hochfeuerhemmend) bzw. 90 Minuten (feuerbeständig) den Durchgang des Feuers verhindern. Dies gilt als erfüllt, wenn ein an der feuerabgekehrten Seite angehaltener Watebausch nicht zur Entzündung gebracht werden kann. Die nicht beflamnte Seite des Probekörpers darf sich im Mittel um maximal 140 K über die Anfangstemperatur erwärmen und an der heißesten Stelle höchstens 180 K betragen.

Tragende hochfeuerhemmende bzw. feuerbeständige Bauteile dürfen während der Prüfdauer von 60

bzw. 90 Minuten unter ihrer rechnerisch zulässigen Belastung nicht einstürzen.

Brandwandersatzwände müssen die Prüfkriterien bezüglich der Tragfähigkeit und/oder des Raumabschlusses auch bei zusätzlicher mechanischer Beanspruchung erfüllen. Zur Feststellung der Widerstandsfähigkeit gegen Stoß wird der Probekörper etwa fünf Minuten vor der Beurteilungszeit dreimal durch einen 200 kg schweren Bleischrotsack mit einer Stoßarbeit von jeweils 3.000 Nm auf der dem Feuer abgekehrten Seite beansprucht.

Auf Grundlage der Ergebnisse wird das Bauteil zum Beispiel als REI 60 (tragendes, raumabschließendes Bauteil mit einem Feuerwiderstand von 60 Minuten) oder als REIM 90 (tragende, raumabschließende Brandwandersatzwand) klassifiziert.

### 6.3 \_ Prüfung der Brandschutzbekleidung nach DIN EN 14135

Im Zuge des Übergangs auf die europäische Klassifizierung von Bauteilen und der Einbindung in das deutsche bauaufsichtliche Verfahren wurde eine Norm zur Bestimmung der Brandschutzwirkung von Bekleidungen entwickelt. Diese europäische Norm DIN EN 14135 [12] legt ein Prüfverfahren zur Bestimmung der Fähigkeit einer Brandschutzbekleidung fest, den darunter liegenden brennbaren Baustoff gegen Entzündung, Verkohlung und andere Schäden während einer definierten Normbrandbeanspruchung (d.h. ETK) zu schützen.

Werden die in dieser Norm festgelegten Leistungskriterien (Verhinderung der Entzündung bzw. Verkohlung des Holzes) eingehalten, wird die Brandschutzbekleidung je nach Dauer ihrer Schutzwirkung einer Kapselklasse nach DIN EN 13501-2 [5] zugeordnet.

Zur Prüfung wird die Brandschutzbekleidung auf eine gewöhnliche Holzwerkstoffplatte montiert, die

ihreseite auf Holzbalken der Abmessungen 45/95 mm<sup>2</sup> befestigt ist. An der Grenzschicht zwischen der Brandschutzbekleidung und der Holzwerkstoffplatte werden Thermolemente angebracht, die die Temperaturerhöhung im Probekörper messen. Dabei müssen während der Prüfzeit die in Abbildung 3 aufgeführten Leistungskriterien erfüllt sein. Zudem darf keine Entzündung oder Verkohlung auf der Holzwerkstoffplatte auftreten. Schmelzen oder Schrumpfung wird als Schaden angesehen, Verfärbungen dagegen nicht.

Befindet sich zwischen der Brandschutzbekleidung und der Holzwerkstoffplatte ein Hohlraum, dürfen die Temperaturen auf der Holzwerkstoffplatte und der Rückseite der Bekleidung nicht über die festgelegten Höchstwerte steigen.

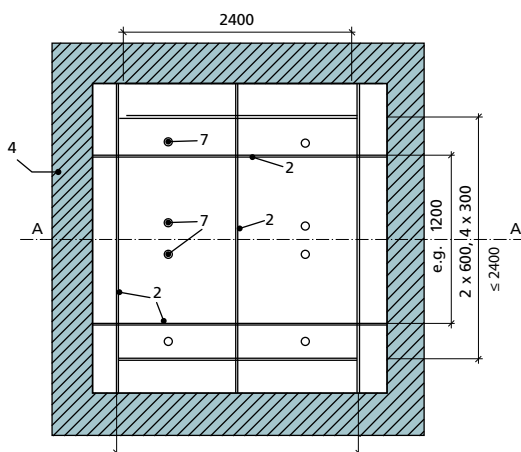
Die Brandprüfung wird nach Erreichen der angestrebten Kapselungsdauer beendet. Der Prüfkörper wird schnellstmöglich vom Ofen genommen und gegebenenfalls auftretende Feuer im Prüfkörper gelöscht. Danach wird die Brandschutzbekleidung von der Trägerplatte (Holzwerkstoffplatte) entfernt, um diese auf Beschädigungen (Verkohlung oder Abbrand) zu untersuchen.

Die brandschutztechnisch wirksamen Bekleidungen bestehen in der Hauptsache aus Gips. In Gips ist kristallines Wasser gebunden, das im Brandfall aktiviert wird. Bevor die brandschutztechnisch wirksamen Bekleidungen auf Gipsbasis thermisch zerstört werden können, muss das gebundene Wasser verdampfen. Dieser Prozess dauert eine gewisse Zeit und entfaltet somit eine Kühlwirkung. Durch mehrlagige Beplanungen lässt sich dieser Effekt weiter erhöhen.

Brandschutztechnisch ist es sinnvoller, zwei dünne Bekleidungen als nur eine dicke Bekleidung zu verwenden. Die Schutzwirkung lässt sich durch Faserarmierungen in den Platten weiter erhöhen. Diese bewirken eine Rissverteilung und verhindern tiefe, durchgehende Risse.

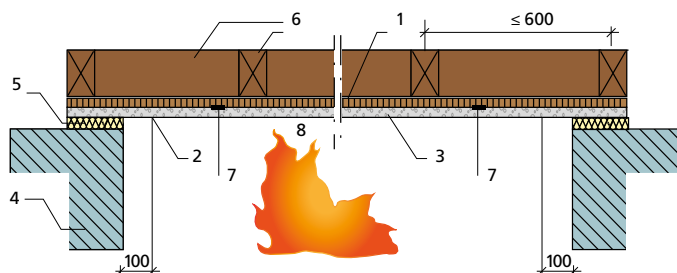
Zur Leistungsfähigkeit einer mehrlagigen Bekleidung trägt auch das ähnliche Dehnungsverhalten gleichartiger Werkstoffe bei. Denn erfahrungsgemäß verhalten sich Bekleidungen aus verschiedenen Materialien unterschiedlich und neigen so zu stärkerer Rissbildung.

#### Schnitt A-A Maße in mm



- 1 Spanplatte
- 2 Fugen
- 3 zu prüfende Brandschutzbekleidung
- 4 Wand des Prüfofens
- 5 Mineralwolle
- 6 Holzbalken mindestens 45/95
- 7 Thermolemente an der Unterseite
- 8 Unterseite

#### Draufsicht



**Abb. 14:**  
Bestimmung der Brandschutzwirkung (Kapselkriterium K) im Deckenofen

#### 6.4 \_ Einbindung der Industrie in das Prüfverfahren

Grundsätzlich wird empfohlen, im System zu denken und zu planen. Wird es dennoch für erforderlich gehalten neue Konstruktionsvarianten zu verwenden – das heißt Bauteilen, die sowohl hinsichtlich einer Feuerwiderstandsdauer als auch bezüglich der Kapselklasse der Bekleidung keinen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis aufweisen –, ist zu beachten, dass auf Grund der zusätzlichen Prüfung der Brandschutzbekleidung erhöhte Kosten entstehen.

Um den finanziellen Aufwand für Bauteilprüfungen weitestgehend zu begrenzen, besteht die Möglichkeit der Kontaktaufnahme mit den Gipsplattenherstellern und/oder der Dämmstoffindustrie.

#### 6.5 \_ Möglichkeiten des Verzichts auf Brandprüfungen

Auf eine Prüfung des Feuerwiderstandes kann verzichtet werden, wenn die verwendeten Konstruktionen bereits einen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis besitzen oder klassifizierten Bauteilen zumindest ähnlich sind. Im Einzelfall kann durch den Anwender in Kooperation mit dem Hersteller oder einer fachkundigen Stelle mit ausreichender Prüferfahrung (z.B. anerkannte Materialprüfanstalt, Sachverständigenbüro) eine nicht wesentliche Abweichung erklärt werden. Dies funktioniert natürlich nur, wenn das Verhalten der zu beurteilenden Konstruktion brandschutztechnisch nicht schlechter sein wird, als das des bereits klassifizierten Bauteils. Zu beachten ist, dass entsprechende Gutachten zur Absicherung der nicht wesentlichen Abweichung immer nur Vorhaben bezogen erklärt werden können.

Die Prüfung der brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung erfolgt grundsätzlich losgelöst vom tatsächlich verwendeten Bauteil. Daher kann die Prüfung entfallen, wenn eine Bekleidung verwendet wird, die bereits auf Grundlage eines Brandversuchs

der erforderlichen Kapselklasse zugeordnet wurde. Informationen über vorliegende bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweise findet man z. B. beim Fraunhofer Informationszentrum Raum und Bau IRB [26].

Auch die neueren wissenschaftlichen Fortschritte auf dem Gebiet der Simulationstechnologie ermöglichen es künftig, Konstruktionen nicht mehr ausschließlich mit Hilfe von Brandversuchen, sondern auch EDV-gestützt zu untersuchen [27,28].

Des Weiteren besteht die Möglichkeit, einen Nachweis gemäß Eurocode 5, DIN EN 1995-1-2 [29] zu führen.

In Österreich und seit dem Jahreswechsel 2018/2019 auch in Deutschland steht die Datenbank dataholz.eu zur Verfügung. In dieser Datenbank sind klassifizierte Bauteile enthalten, für die alle baurechtlich erforderlichen Nachweise von Brandschutz bis zum Schallschutz geführt sind.

Die Datenbank ist frei verfügbar. Anwender aus Deutschland sollten darauf achten, den Anwendungsbereich ‚Deutschland‘ anzuklicken, um die in Deutschland baurechtlich verwendbaren Bauteile angezeigt zu bekommen. Alle erforderlichen Prüfzeugnisse und Nachweise sind hinterlegt und ebenso frei verwendbar.

Die Datenbank enthält zusätzlich Detaillösungen und Beispiele.

## 7\_ Hinweise zu Genehmigungsverfahren

Bereits im Rahmen der Vorplanung ist die frühzeitige Abstimmung mit der zuständigen Bauaufsichtsbehörde und der örtlichen Brandschutzdienststelle ratsam, um Planungssicherheit zu erhalten sowie zeit- und kostenintensive Umplanungen zu einem späteren Zeitpunkt zu vermeiden. Daher wird ein vorbereitendes Gespräch des Planerteams mit den Behörden zur Vorstellung des geplanten Gebäudes empfohlen. Da in der Vorplanungsphase noch kein vollständiges Brandschutzkonzept erstellt werden kann, ist es sinnvoll, in enger Abstimmung zwischen dem Bauherrn, dem Architekten, dem Brandschutzsachverständigen und gegebenenfalls weiteren Fachplanern sowie des Holzbauers (soweit möglich) zunächst eine Machbarkeitsstudie in der Art eines brandschutztechnischen Grobkonzeptes zu erstellen. Die Machbarkeitsstudie sollte als Vorstufe zum eigentlichen Brandschutzkonzept verwendet werden und stichwortartige Aussagen zu folgenden Punkten enthalten:

- Zugänglichkeit des Objektes für die Feuerwehr, Flächen für die Feuerwehr, Löschwasserversorgung
- Bautechnische Brandschutzmaßnahmen
- Anlagentechnische Brandschutzmaßnahmen

In der Machbarkeitsstudie werden primär die gegebenenfalls vorhandenen Abweichungen zum Baurecht erläutert und entsprechende Kompensationsmaßnahmen vorgeschlagen. Weil solche Maßnahmen erheblichen Einfluss auf Architektur, Statik, Haustechnik und vor allem auf die Baukosten haben können, ist eine enge Abstimmung zwischen den Gewerken dringend erforderlich. Das Ergebnis der abgestimmten Machbarkeitsstudie ist eine Vorplanung, die die Wünsche des Bauherren sowie des Architekten weitestgehend berücksichtigt und aus Erfahrung des Brandschutzsachverständigen grundsätzlich als genehmigungsfähig eingestuft werden kann.

Der Brandschutzsachverständige stellt das brandschutztechnische Grobkonzept der Baubehörde und der Feuerwehr vor. Baurechtliche Abweichungen, deren Genehmigungsfähigkeit fraglich ist, und die entsprechenden Kompensationsmaßnahmen können in diesen Gesprächen geklärt werden. Wird das Konzept in Teilen abgelehnt, so besteht die Möglichkeit, die aus Sicht der Behörden erforderlichen Änderungen direkt persönlich abzustimmen. Das Protokoll der Besprechung kann später als Anlage zum Brandschutzkonzept dienen, das nach Abschluss der Vorplanung auf Grundlage der Machbarkeitsstudie erstellt werden kann. Es soll an dieser Stelle angemerkt werden, dass Aussagen der Behörden zur Genehmigungsfähigkeit vor Einreichung der kompletten Genehmigungsplanung nicht rechtsverbindlich sind. Eine absolute Planungssicherheit kann daher auf Grundlage eines Besprechungsprotokolls nicht erzielt werden. Dennoch kann aus Erfahrung der Autoren mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass nach erfolgter Abstimmung im Regelfall keine grundsätzlichen Richtungswechsel zu erwarten sind.

### **Daher empfiehlt sich folgende, in Kurzform dargestellte Vorgehensweise:**

1. Vorgespräch zwischen Architekt und Behörde; Vorstellung des geplanten Objektes.
2. Brandschutzsachverständiger erstellt Machbarkeitsstudie auf Grundlage der Vorplanung.
3. Abstimmung der Machbarkeitsstudie zwischen Bauherr, Architekt, Brandschutzsachverständigem und gegebenenfalls weiteren Fachplanern und Holzbauunternehmen (soweit möglich).
4. Gespräch zwischen Bauaufsichtsbehörde, Feuerwehr und dem Brandschutzsachverständigen; Klärung der relevanten Punkte des Brandschutzes, insbesondere die Abweichungen.
5. Besprechungsprotokoll verteilen.
6. Anfertigung des Brandschutzkonzeptes auf Grundlage der abgestimmten Machbarkeitsstudie.

## 8\_ Beispiele für Brandschutzkonzepte mehrgeschossiger Holzbauten und Aufstockungen



**Abb. 15:**  
Frontalansicht des Forstamts  
Jena-Holzland in Stadtroda

### 8.1 \_ Beispiel 1: Forstamt Jena-Holzland, Stadtroda

<b>Bauherr:</b>	Thüringen Forst
<b>Architekt:</b>	Cornelsen+Seelinger Architekten, Darmstadt
<b>Tragwerksplanung:</b>	Merz Kley Partner ZT GmbH, Dornbirn
<b>Brandschutz:</b>	Dehne Kruse Brandschutzingenieure, Braunschweig - Wolfsburg

Das neue Forstamtsgebäude in Stadtroda (Ostthüringen) beherbergt eines der insgesamt 24 Thüringer Forstämter sowie die Forstinspektion Ost. Von dem Standort aus werden ca. 12.000 Hektar Staatsforst bewirtschaftet. Zu den Aufgaben gehört darüber hinaus die Beratung privater und kommunaler Waldbesitzer sowie die Vermittlung von Wissen über das Ökosystem Wald und die wirtschaftliche Bedeutung von nachhaltiger Forstwirtschaft.

Das Gebäude ist als konstruktiver Holzbau über einem kleinen Untergeschoss aus Beton errichtet. Der zweistöckige Neubau bietet hervorragende Möglichkeiten, die gesamte heimische Wertschöpfungskette zum Bauen mit Holz abzubilden: von der seit Jahrhunderten in Deutschland praktizierten Waldbewirtschaftung bis zur Verwendung als innovativem leistungsfähigem Konstruktionswerkstoff und Innenausbauaterial.

Das Tragskelett und die Holz-Beton-Verbunddecken bestehen aus Buchenfunierschichtholz. Dieser in Thüringen entwickelte Holzwerkstoff aus heimischer Buche ermöglicht es aufgrund seiner Materialeigenschaften schlankere Holzkonstruktionen als bisher zu realisieren.

Das in Holzrahmenbauweise errichtete Gebäude ist teilweise mit einer hinterlüfteten Fassadenbekleidung aus Lärchenholz bzw. einer Putzfassade ausgestattet. Die großzügig verglasten Fassaden des Innenhofs erleichtern die externe und interne Kommunikation und erlauben den Blick auf die Holztragkonstruktion sowie zahlreiche weitere Details aus heimischen Hölzern im Inneren.

Analog ist auch der innere Entwurf offen und transparent angelegt. Die funktionale Struktur mit dem in der Mitte liegenden Gruppenbüro der Revierförster befördert den Austausch unter ständig anwesenden Mitarbeitern und jenen, die nur temporär im Büro arbeiten. Holzwerkstoffe, weiße Putzflächen und die für das Projekt angefertigten Tischsysteme mit farbigen textilen Akustikelementen sorgen für eine heitere Arbeitsatmosphäre und unterstreichen die Integration von Konstruktion, Gebäudehülle, Innenausbau und Möblierung.

Die Nutzung des Gebäudes entspricht einem Büro- und Geschäftsgebäude. Im Erdgeschoss sind eine Wildkühlzelle, ein Archiv, Beratungsräume und Büros angelegt. Im ersten Obergeschoss sind überwiegend Büroräume eingerichtet. Das Untergeschoss dient als Lager und nimmt die üblichen Technikräume auf. Das Gebäude wird aufgrund der mittleren Höhe der Fertigfußbodenoberkante (OKFF) von 3,40 m und einer maximalen Grundfläche der Nutzungseinheiten von rund 670 m<sup>2</sup> gemäß § 2 Absatz (3) Nr. 3 der Thüringer Bauordnung (ThürBO) [30] in die Gebäudeklasse 3 eingestuft.

Gemäß der Risikobeurteilung kann das Gebäude als ein übliches Bürogebäude mit Aufenthaltsräumen in Form von Büros und Besprechungsräumen beurteilt werden. Das Risiko in Büros ist zwar mit dem Risiko



einer Wohnnutzung nicht vergleichbar, kommt diesem aber sehr nahe. Zwar liegen in einem Büro bzw. Bürogebäude üblicherweise größere Nutzungsflächen und damit größere Fluchtweglängen als in Wohnungen vor, jedoch wird ein Büro nicht zur Übernachtung genutzt. Das heißt, die anwesenden Personen schlafen während des Aufenthaltes im Büro nicht. Auch kann davon ausgegangen werden, dass der Großteil der im Büro befindlichen Personen mobil ist. Zusätzlich werden durch den Arbeitgeber organisatorische Maßnahmen wie Einweisungen und Brandschutzübungen vorgenommen.

In einem Büro halten sich auch ortsunkundige Personen auf. Diese können jedoch von ortskundigen Mitarbeitern im Gefahrfall angewiesen werden. Problematisch ist oftmals allerdings die Anzahl von Personen in einer Nutzungseinheit. Da die Möglichkeiten der Feuerwehr zur Rettung von Personen über Rettungsgeräte (Steckleiter, Drehleiterfahrzeug) begrenzt sind, sollte grundsätzlich ab mehr als zehn Personen die Möglichkeit von zwei baulichen Rettungswegen untersucht werden. Folgerichtig wurde daher beim Forstamt Jena-Holzland neben dem feuerhemmend abgetrennten, notwendigen Trep-

**Abb. 16:**  
Blick in den Innenhof

penraum ein zweiter baulicher Rettungsweg in Form einer Außentreppe sichergestellt.

Aufgrund des offenen, transparenten Entwurfs wurde auf die Ausbildung notwendiger Flure verzichtet, obwohl die Nutzeneinheiten mit bis zu 670 m<sup>2</sup> deutlich größer als die zulässigen 400 m<sup>2</sup> waren. Der Verzicht auf notwendige Flure war auch erforderlich, da großzügige Sichtholzflächen gewünscht waren. Zudem wurde ein Geschoss verbindender Luftraum geplant und umgesetzt. Wesentliche Kompensationsmaßnahmen waren gemäß Brandschutzkonzept eine auf die Leitstelle der Feuerwehr aufgeschaltete Brandmeldeanlage und die zwei baulichen Rettungswege aus dem Obergeschoss. Da zudem



**Abb. 17:**  
Zentrale Galerie mit Luftraum

die Hauptverkehrswege (Flure) analog zu notwendigen Fluren brandlastfrei ausgeführt wurden, ist das maßgebliche Schutzziel der Bauordnung, nämlich der Personenschutz, ausreichend sichergestellt.

Das Risiko des die Geschosse verbindenden Luftraums wurde über textile Brandschutzvorhänge hinreichend kompensiert.

In der Gesamtschau liegt damit kein unzulässig hohes Risiko vor, welches nicht durch die Thüringer Bauordnung [30] abgedeckt wäre.

## 8.2 \_ Beispiel 2: Viergeschossiges Wohngebäude in Hanau

<b>Bauherr:</b>	Baugesellschaft Hanau GmbH, Hanau
<b>Architekt:</b>	Hirschmuellerschmidt Architektur GmbH, Darmstadt
<b>Tragwerksplanung:</b>	Pirmin Jung Deutschland GmbH, Sinzig
<b>Ausführende Firma:</b>	Holzbau Hunold GmbH & Co. KG, Leinefelde-Worbis
<b>Brandschutzkonzept:</b>	Pirmin Jung Deutschland GmbH, Sinzig

In der Lembachstraße in Hanau wurde ein Wohngebäude mit 24 Wohneinheiten, verteilt auf vier oberirdische Geschosse, errichtet. Die Außenabmessungen des Gebäudes betragen ca. 10,75 m x 46 m. Das Gebäude wurde vor dem Hintergrund der Ausdehnung von mehr als 40 m durch eine innere Brandwand in zwei Brandabschnitte unterteilt. Jedem Brandabschnitt wurde ein eigener, zentral platzierter Erschließungskern zugeordnet.

Die einzelnen Wohnungen bilden jeweils für sich eine eigene, abgeschlossene Nutzungseinheit mit Flächen < 100 m<sup>2</sup>. Alle Wohnungen wurden mit Terrassen oder Balkonen konzipiert. Die Balkone wurden als reine Stahlkonstruktion errichtet und jeweils vor das Gebäude gestellt.

Die primäre Struktur des Gebäudes wurde als Holzhybridbau mit Stahlbetonfertigteildecken und Holzmassivwänden geplant. Das Untergeschoss sowie die Treppenträume wurden in Stahlbetonbauweise errichtet.

Aus architektonischer Sicht sollte die Bauweise auch über die Fassade sichtbar werden. Die viergeschossige Außenfassade wurde daher mit einer Holzbekleidung versehen.

Nach § 2 der Hessischen Bauordnung (HBO) [3] wurde das Gebäude in die Gebäudeklasse 4 eingestuft. Die Höhe des Fertigfußbodens des obersten Geschosses mit Aufenthaltsräumen beträgt 9 m, die Nutzungseinheiten sind mit < 100 m<sup>2</sup> deutlich kleiner als die zulässigen 400 m<sup>2</sup> der Gebäudeklasse 4.

Die HBO [3] weist im Gegensatz zur Musterbauordnung hinsichtlich der tragenden und aussteifenden Bauteile eine Besonderheit auf. Tragende Wände und Stützen müssen gemäß Anlage 1 (1.1) der HBO [3] in der Gebäudeklasse 4 entgegen der Forderungen der MBO 2002 [2] einen Feuerwiderstand von 90 Minuten aufweisen, wenn die tragenden Bauteile in Holzbauweise ausgeführt werden. Sofern die Bauteile nichtbrennbar ausgeführt werden, brauchen diese lediglich einen Feuerwiderstand von 60 Minuten aufweisen.

Im vorliegenden Fall wurden die tragenden, vertikalen Bauteile (Wände, Stützen) in Holzbauweise ausgeführt. Die Geschossdecken waren in Massivbauweise geplant. Gemäß den Anforderungen der HBO [3] mussten demnach die Stützen und Wände R 90 und die Decken REI 60 ausgeführt werden. Da die Decken im statischen System im Regelfall für die Aussteifung eines Gebäudes herangezogen werden, ergab sich aus der Konstruktion heraus ebenfalls eine REI 90-Anforderung an die Decken. Die gleiche Anforderung gilt auch für die Treppenträume, da diese im Regelfall ebenfalls zur Aussteifung herangezogen werden und damit ebenfalls einen Feuerwiderstand von 90 Minuten (anstelle der baurechtlich geforderten 60 Minuten) aufweisen müssen.

Entsprechend der Anforderungen der HBO [3] wurden die tragenden und aussteifenden Wände – mit Ausnahme des Treppentraumes - aus Brettsper Holz nach Anlage 1 (1.1) in F 90-BA-Qualität ausgeführt. Da die tragenden Teile aus brennbaren Baustoffen (Holzanteile) bestehen, müssen allseitig wirksame, brandschutztechnische Bekleidungen aus nichtbren-

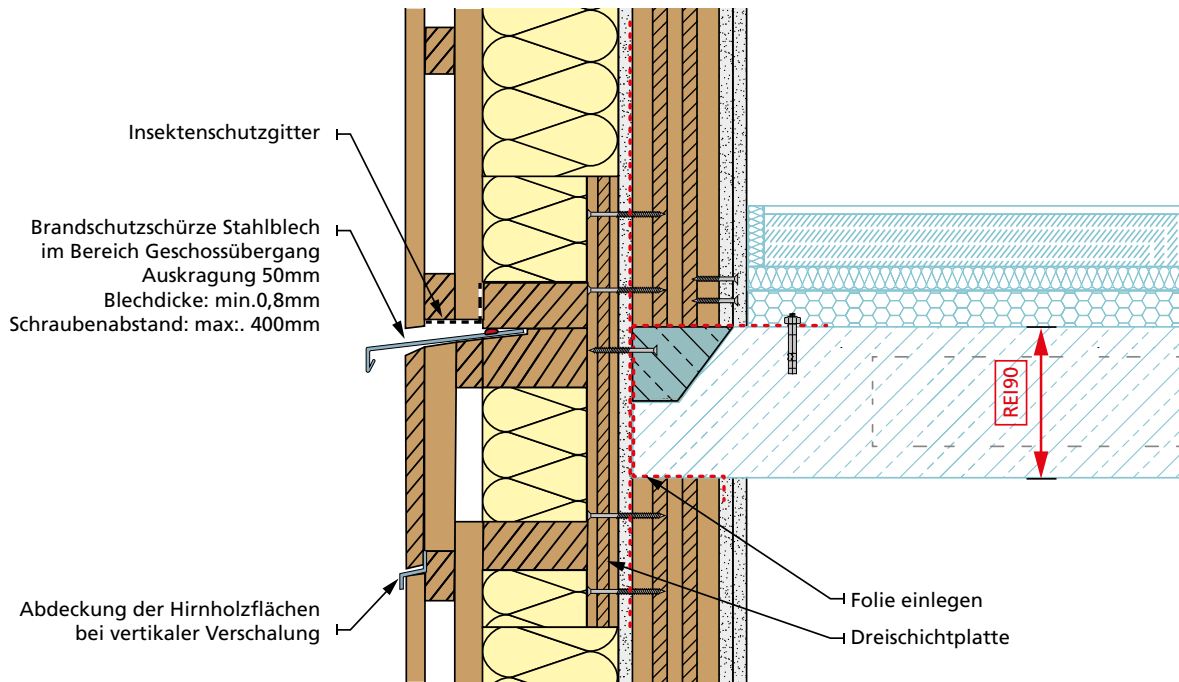


baren Baustoffen (Brandschutzbekleidung) sowie nichtbrennbare Dämmstoffe verwendet werden. Dies wurde mittels einer 2-lagigen Beplankung aus Gipswerkstoffen der Qualität K<sub>2</sub>60 gemäß DIN EN 13501-2 [5] realisiert. Die Stahlbetonbauteile wurden entsprechend den Anforderungen der MBO 2002 [2] in REI 90-Qualität ausgeführt.

Eine Abweichung zur HBO [3] war mit der geplanten Holzbekleidung auf der Fassade gegeben. Gemäß den Anforderungen der HBO [3] müssen Oberflächen von Außenwänden sowie Außenwandverkleidungen einschließlich der Dämmstoffe aus schwerentflammenden Baustoffen (Baustoffklasse B1 nach DIN 4102-1 [31] respektive B/C nach DIN EN 13501-1 [32]) bestehen. Dieser Nachweis kann für Holzbekleidungen nicht erbracht werden, da die üblichen Holzarten normal entflammbar sind. Theoretisch besteht zwar die Möglichkeit mittels Brandschutzmitteln die Entzündbarkeit von Holz zu beeinflussen. Unabhängig von ökologischen Fragen ist der Einsatz dieser Systeme in Deutschland in bewitterten Bereichen bislang nicht zugelassen. Die vorhandenen europäischen Zulassungen werden aufgrund nationaler Zusatzanforderungen in Deutschland nicht anerkannt.

**Abb. 18:**  
Gebäuderückseite mit Balkonen  
und Holzfassade





**Abb. 19:**  
Außenwanddetails mit  
Brandsperren aus Stahlblech

**Abb. 20:**  
Gebäudevorderseite mit Holz-  
fassade. In Deckenebene sind  
die Brandsperren erkennbar

Die Abweichung wurde daher über konstruktive Zusatzmaßnahmen begründet, mit denen ein gleichwertiges Schutzziel (Begrenzung der Brandausbreitung auf der Fassade) erreicht werden sollte. Hierzu wurden in die Fassade in Anlehnung an die Schweizer Brandversuche [33] horizontale Brandsperren eingebaut.

Die Brandsperren wurden umlaufend und geschossweise in Ebene der Geschossdecke eingebaut, so dass ein möglicher Brandüberschlag auf maximal zwei Geschosse begrenzt wird. Die Abweichung ist mit den konstruktiven Maßnahmen daher ausreichend kompensiert.

Die tragenden Außenwände wurden in der Art feuerbeständig – R 90 und EI 30 nach DIN EN 13501-2 [5] – in der Kapselqualität  $K_2,60$  von innen nach außen und von außen nach innen in der Kapselqualität  $K_2,60$  ausgeführt. Die Kapselung von innen nach außen ist durch eine zweilagige Beplankung (15 mm plus 18 mm Gipsfaserplatte) erfolgt. Von außen nach innen sind die Wände durch eine einlagige, 15 mm dicke Gipsfaserbeplankung in Verbindung mit einer für Kapselanforderung  $K_2,60$  notwendigen Dämmschicht aus Mineralwolle bekleidet. Für das Delta von 30 Minuten bis zur 90. Minute (R 90) wurde die Tragfähigkeit durch eine Heißbemessung des Brettsperrholzes nach dem Eurocode 5, DIN EN 1995-1-2 [29] nachgewiesen.



### 8.3 \_ Beispiel 3: UNESCO-Weltnaturerbe Wattenmeer-Besucherzentrum

Bauherr:	Stadt Cuxhaven
Architekt:	Holzer Kobler Architekten Berlin GmbH, Berlin
Tragwerksplanung:	tragwerkeplus Hochbau- planung GmbH & Co.KG, Reutlingen
Ausführende Firma:	Holzbau Merkle GmbH, Bis- singen u. Teck
Brandschutzkonzept:	Dehne Kruse Brandschutzingenieure, Braunschweig - Wolfsburg

Das gemeinnützige UNESCO-Weltnaturerbe Wattenmeer-Besucherzentrum ist ein multifunktionales Gebäude mit Foyer, Ausstellung, Bibliothek, Seminar- und Büroräumen für die Verwaltung. Ziel der architektonischen Konzeption war es, ein einfaches, gleichzeitig aber auch repräsentatives Gebäude zu kreieren, welches eindruckliche Sichtbeziehungen zu Küste und Meer schafft. Das Untergeschoss wurde schon vor dem Hintergrund der Hochwasserproblematik in Stahlbetonbauweise errichtet. Die Außenwände der oberirdischen Geschosse wurden in Holzrahmenbauweise mit einer Verkleidung aus Lärchenholz gebaut. Die Decken wurden aus einer Holzstapelkonstruktion aufliegend auf Holzleimbändern aus Brettschichtholz hergestellt. Das Dach wurde als Balkenlage in Verbindung mit einer OSB-Schalung geplant. Die gewählte Materialisierung unterstreicht die harmonische Verbindung zwischen Natur und gebauter Struktur. Die Landschaftsgestaltung folgt dem Grundprinzip, die einzigartige Landschaft des Weltnaturerbes Wattenmeer weitestgehend unberührt zu lassen.

Im Gebäudeinneren verbindet eine Haupttreppe die Eingangshalle mit der Ausstellung und den Ausstellungsbereich mit dem Obergeschoss. Im obersten



Geschoss sind Seminarbereiche, Bibliothek, Wechselausstellung, Laborräume und die Büroräume der Geschäftsstelle sowie weitere Nebenräume angeordnet. Die großzügigen Fassadenöffnungen bieten einmalige Ausblicke über den Landschaftsraum und inszenieren das Wattenmeer, das Geestkliff und die Heidelandschaft als Hauptexponat.

Die Beurteilung des Gebäudes erfolgte gemäß der Niedersächsischen Bauordnung (NBauO) [34]. Da der Veranstalter mittels einer Zählanlage die Besucherzahl inklusive der Mitarbeiter auf maximal 200 Personen begrenzt, wurde die Niedersächsische Versammlungsstättenverordnung (NVStättVO) [35] zur Beurteilung des Gebäudes nur orientierend herangezogen.

**Abb. 21:**  
UNESCO-Weltnaturerbe  
Wattenmeer-Besucherzentrum



**Abb. 22:**  
Eingangsbereich

Aufgrund der Höhe von 8,68 m (OKF) wurde das Gebäude in die Gebäudeklasse 4 sowie als Sonderbau eingestuft.

Für die Beurteilung des Gebäudes waren die Risiken aus der Nutzung und aus der Bauweise zu berücksichtigen. Aus der Nutzung ergibt sich ein erhöhtes Risiko im Vergleich zu einer Wohn- oder Büro- und Verwaltungsnutzung. Hintergrund ist die Personenzahl von bis zu 200 Menschen, die sich gleichzeitig in dem Gebäude aufhalten können. Im Falle eines Brandereignisses kann es theoretisch zu gefährlichen Stauungen an den Notausgängen und damit zu

einer unkontrollierten Panik kommen. Ein weiteres Risiko, welches zum Tragen kommt, ist die fehlende Ortskenntnis bei einem Großteil der der sich im Gebäude aufhaltenden Personen/Besucher. Vorhandenes, ortskundiges Personal kann zwar entzerrend auf eine Evakuierungssituation einwirken, jedoch nur dann, wenn ein Brandereignis frühzeitig als solches erkannt wird. Ist eine Paniksituation erst entstanden, dann hat das Personal im Regelfall keine Chance mehr, beschwichtigend einzugreifen. Es kommt daher insbesondere bei Bränden in Versammlungsräumen neben den Sachschäden oftmals zu nicht unerheblichen Personenschäden.

Im vorliegenden Fall wird das Risiko durch folgende Maßnahmen begrenzt:

- Für die Flucht und Rettung stehen zwei bauliche Rettungswege zur Verfügung. Ein baulicher Rettungswege erfüllt dabei aufgrund der feuerbeständigen Ausführung (Bauart Brandwand) in Verbindung mit T30-RS Türen höhere Anforderungen als gemäß DVN-BauO [36] gefordert.
- Eine vollflächige Brandmeldeanlage (BMA) führt zu einer frühzeitigen Branddetektierung und Alarmierung. Im Ergebnis kommt es zu einer schnelleren Selbstrettung.
- Die gemäß NBauO [34] zulässigen Fluchtweglängen von 35 m werden deutlich unterschritten.

Bei der Bauweise waren die wesentlichen Risiken im Abgleich zur NBauO [34] die brennbare Fassade sowie der Verzicht auf die Kapselung der brennbaren Konstruktion. Da der Verzicht auf die Kapselung im vorliegenden Fall lediglich einen risikoe erhöhenden Einfluss auf das Brandszenario aufgrund der erhöhten Brandlast hat, wurde dieses näher untersucht. Brandlasten setzen sich generell aus den mobilen Brandlasten (Einrichtungsgegenstände, Teppiche, Akten und Bücher) sowie den immobilien Konstruktionsbrandlasten zusammen. Im vorliegenden Fall lagen aufgrund der Verwendung von Holz signifi-

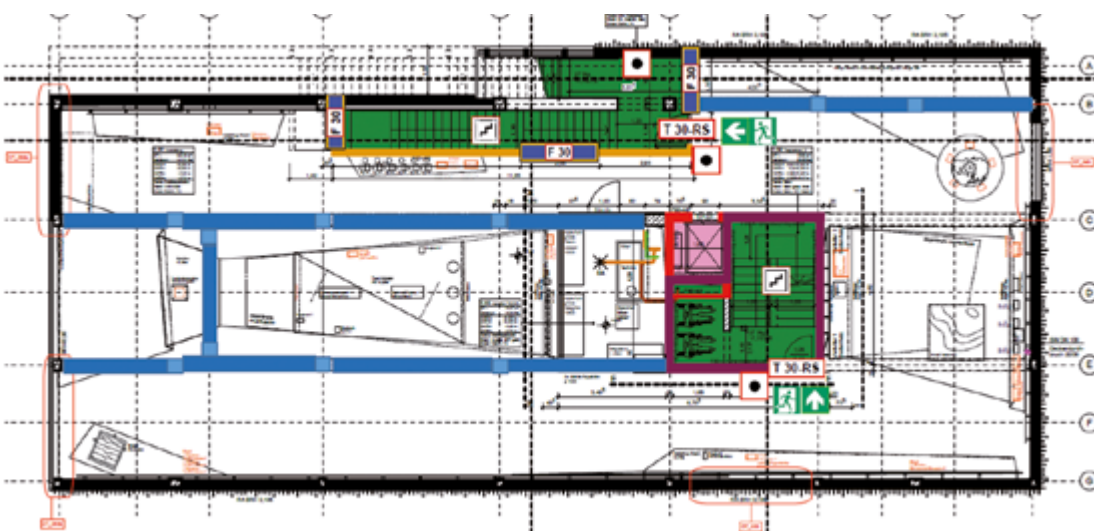
**Abb. 23:**

Immobil und (geringe) mobile Brandlasten in Form von Einrichtungsgegenständen

kant höhere Brandlasten aus der Konstruktion vor. Hierbei handelte es sich aber ausschließlich um die Stützen, die Brettstapeldecke und die Unterzüge. Da von der größten Nutzungseinheit das größte

Risiko ausgeht, wurde die Brandlast im 1. Obergeschoss des Besucherzentrums als maßgebendes Szenario heran gezogen. In diesem Brandabschnitt liegen die folgenden Holzbauteile vor:

• 11	Massivholzstützen	11 x 0,36 m	x	0,36 m	x	4,40 m	–	6,3 m <sup>3</sup>
• 2	Träger	2 x 0,52 m	x	0,36 m	x	21,65 m	–	8,1 m <sup>3</sup>
• 1	Träger	1 x 0,52 m	x	0,36 m	x	13,27 m	–	2,5 m <sup>3</sup>
• 1	Träger	1 x 0,52 m	x	0,36 m	x	4,30 m	–	0,8 m <sup>3</sup>
• 6	Schrägstützen	6 x 0,36 m	x	0,36 m	x	5,06 m	–	4,0 m <sup>3</sup>
• 2	Schrägstützen	2 x 0,24 m	x	0,36 m	x	5,06 m	–	0,9 m <sup>3</sup>
•	Brettstapeldecke	1 x 0,20 m	x	354 m <sup>2</sup>			–	70,8 m <sup>3</sup>
• Gesamtholzmenge								– 93,4 m <sup>3</sup>

**Abb. 24:**

Schematische Darstellung der immobilien Brandlasten im 1. OG. Unterzüge sind dunkelblau, Massivholzstützen sind hellblau markiert.

Konservativ wurde die Gesamtholzmenge auf 95 m<sup>3</sup> aufgerundet. Die mittlere Rohdichte von Fichte beträgt 430 kg/m<sup>3</sup>. Damit ergibt sich eine Gesamtmasse von 40.850 kg Fichtenholz in dem Geschoss. Über den Heizwert  $H_u = 19,0 \text{ MJ/kg}$  aus EC 1 Tab. D.1 ergibt sich eine immobile Brandlast  $q$  von  $19 \text{ MJ/kg} \times 40.850 \text{ kg} = 776.150 \text{ MJ}$ . Zu diesem Wert wurde die mobile Brandlast (Einrichtung) hinzu addiert. Für die hier vorliegende Nutzung liegen keine tabellierten Werte für Brandlastdichten vor.

Eine vergleichsweise ähnliche Nutzung hinsichtlich der Brandlasten wäre ein Hörsaal (Brettsperrholzsitze, Kleidung, Taschen). Gemäß dem vfdb-Leitfaden Tabelle A4.1 liegen die Werte für einen Hörsaal bei  $140 \text{ MJ/m}^2$ . Der Anteil mobiler Brandlasten liegt bei 85% bzw.  $120 \text{ MJ/m}^2$ . Damit ergab sich eine Brandlast von:

$$776.150 \text{ MJ} + 120 \text{ MJ/m}^2 \times 354 \text{ m}^2 = 818.630 \text{ MJ}$$

Baurechtlich zulässig wären gemäß NBauO [34] Nutzeneinheiten (Wohnungen) bis  $400 \text{ m}^2$  in A- Bauweise oder in gleichwertiger Kapselbauweise. In einem Wohnraum konventioneller Bauart liegt eine Gesamtbrandlastdichte gemäß vfdb-Leitfaden Tabelle A4.1 [28] von  $1085 \text{ MJ/m}^2$  vor. Bei  $400 \text{ m}^2$  ergibt sich damit eine baurechtlich akzeptierte Brandlast von:

$$1085 \text{ MJ/m}^2 \times 400 \text{ m}^2 = 434.000 \text{ MJ}$$

Damit ist die Brandlast und damit auch das zu erwartende Brandszenario baurechtlich nicht abgedeckt. Es müssen daher kompensatorische Maßnahmen ergriffen werden.

Das Gebäude muss aus kompensatorischen Gründen eine automatische Brandmeldeanlage erhalten, die zur Feuerwehr aufgeschaltet ist. Damit kann unterstellt werden, dass nach 30 Minuten ein wirksamer Löschangriff eingeleitet wird, der sich dämpfend auf das Brandszenario auswirkt. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die Brandlast nicht in vollem Umfang sofort dem Brand zur Verfügung steht. Die Abbrandgeschwindigkeit von Holzbauteilen ist bekannt und wird z.B. über den EC 5-1-2 [29] im Rahmen einer statischen Auslegung von Holzbauteilen (heiße Bemessung) berücksichtigt.

Die Abbrandgeschwindigkeit von Brettschichtholz liegt bei  $0,7 \text{ mm/min}$ . Im vorliegenden Fall sind Stützen (4-seitiger Brandangriff), Unterzüge (3-seitiger Brandangriff) und Decken (1-seitiger Brandangriff) vorhanden. Innerhalb von 60 Minuten Brand (geforderter Feuerwiderstand in GK 4) werden also  $42 \text{ mm}$  Holz abbrennen. Weiterhin ist noch die Pyrolysezone mit  $7 \text{ mm}$  zu berücksichtigen. Konservativ wurde daher eine thermische Umsetzung von  $50 \text{ mm}$  bzw.  $0,05 \text{ m}$  angesetzt. Bezogen auf die einzelnen Holzbauteile bedeutet dies:

• 11	Massivholzstützen	– 4-seitig:	$11 \times 4 \text{ m} \times 0,05 \text{ m} \times 0,36 \text{ m} \times 4,40 \text{ m}$	– 6,3 m <sup>3</sup>
• 2	Träger	– 3-seitig:	$2 \times 0,05 \text{ m} \times (2 \times 0,52 \text{ m} + 1 \times 0,36 \text{ m}) \times 21,65 \text{ m}$	– 3,0 m <sup>3</sup>
• 1	Träger	– 3-seitig:	$1 \times 0,05 \text{ m} \times (2 \times 0,52 \text{ m} + 1 \times 0,36 \text{ m}) \times 13,27 \text{ m}$	– 0,9 m <sup>3</sup>
• 1	Träger	– 3-seitig:	$1 \times 0,05 \text{ m} \times (2 \times 0,52 \text{ m} + 1 \times 0,36 \text{ m}) \times 4,30 \text{ m}$	– 0,3 m <sup>3</sup>
• 6	Schrägstützen	– 4-seitig:	$6 \times 4 \times 0,05 \text{ m} \times 0,36 \text{ m} \times 5,06 \text{ m}$	– 2,2 m <sup>3</sup>
• 2	Schrägstützen	– 4-seitig:	$2 \times 0,05 \text{ m} \times (2 \times 0,24 \text{ m} + 2 \times 0,36 \text{ m}) \times 5,06 \text{ m}$	– 0,6 m <sup>3</sup>
•	Brettstapeldecke	– 1-seitiger Abbrand:	$1 \times 0,05 \text{ m} \times 354 \text{ m}^2$	– 17,7 m <sup>3</sup>
Gesamtholzmenge (thermisch umgesetzt)				– 28,2m <sup>3</sup>

Konservativ wurde die Gesamtholzmenge auf 30 m<sup>3</sup> aufgerundet. Es wurde wiederum eine mittlere Rohdichte von 430 kg/m<sup>3</sup> für Fichte angesetzt. Bei einem Heizwert von  $H_u = 19,0 \text{ MJ/kg}$  (EC 1 Tab. D.1) ergibt sich eine thermisch umgesetzte Brandlast  $q$  (immobil/Konstruktion) von:

$$19 \text{ MJ/kg} \times 430 \text{ kg/m}^3 \times 30 \text{ m}^3 + 120 \text{ MJ} \times 354 \text{ m}^2 = 287.580 \text{ MJ.}$$

Das Brandszenario, welches im Wesentlichen durch die Brandlast bestimmt wird, ist also unter Berücksichtigung der Brandmeldeanlage in Verbindung mit dem Einsetzen wirksamer Löschmaßnahmen durch die Feuerwehr trotz der ungekapselten Konstruktionsbrandlasten kleiner als das baurechtlich zulässige Brandszenario gemäß NBauO [34].

Weiterhin ist Risiko minimierend zu berücksichtigen, dass aufgrund der Brandfrüherkennung durch die automatische BMA die Evakuierungsmaßnahmen unmittelbar eingeleitet werden.

Die Außenwand in Verbindung mit der brennbaren Fassadenoberfläche wurde konstruktiv als feuerhemmende Wand (von innen nach außen) konzipiert. Im Erdgeschoss wurde eine schwerend-flammbare geschlossene Fassade ausgeführt. Damit erfüllt das Fassadensystem im Erdgeschoss zunächst die Anforderung des § 6 Abs. (2) DVO-NBauO [36]. Der bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweis galt allerdings nur in Verbindung mit nichtbrennbaren Dämmstoffen. Im vorliegenden Fall sollte aber eine Holzweichfaserplatte eingesetzt werden. Im 1. OG und im 2. OG wurde eine geschlossene Holzfassade (Boden-Deckel-Schalung) geplant. Die Abweichungen von der DVO-NBauO [36] wurden folgendermaßen begründet:

- Das EG erfüllt mit der Trespa-Platte zunächst die Anforderungen an die Oberfläche. Aufgrund der brennbaren Dämmung (Holzweichfaserplatte) werden mineralische Brandsperren um die Fensteröffnungen herum angeordnet. Damit ist ein Eintrag eines Brandes in den Hinterlüftungsspalt wirksam behindert. Das Gesamtsystem im EG kann als nicht wesentliche Abweichung zur bauaufsichtlichen Zulassung beurteilt werden.
- Zwischen dem EG und dem 1. OG wird eine Brandsperre in Form eines Stahlbleches ausgebildet. Dieses muss 5 cm über der Oberfläche des 1. OG stehen. Im Bereich des ohnehin auskragenden Geschosses ist dieses verzichtbar, wenn die Unterseite nicht-brennbar ausgeführt wird. Dies wurde so geplant. Zum Einsatz kam eine zementgebundene Platte der Baustoffklasse A2.
- Im 1. OG und im 2. OG wurde die Holzfassade flächig geschlossen ausgebildet. Um eine Brandübertragung im Hinterlüftungsspalt wirksam zu behindern, wurden mineralische Brandsperren (Steinwolle, Schmelzpunkt > 1.000°C) um die Fensteröffnungen herum angeordnet. Diese Brandsperren wurden mindestens 100 mm breit und mit einer Rohdichte > 70 kg/m<sup>3</sup> ausgeführt. Weiterhin wurde in Ebene der Geschosssdecke umlaufend ebenfalls eine Brandsperre analog den Fensteröffnungen angeordnet. Die Fassade ist damit nicht hinterlüftet, sondern belüftet.
- Durch die konstruktiven Maßnahmen wird sichergestellt, dass eine Brandausbreitung auf der Fassadenoberfläche begrenzt bleibt. Da beide Rettungswege baulich sichergestellt werden, wird die Fassade nicht als Rettungsweg benötigt. Zur Durchführung wirksamer Löschmaßnahmen wurden Feuerwehraufstellflächen so angeordnet, dass alle Fassaden über die Drehleiter erreicht werden können.

#### 8.4 \_ Beispiel 4: Büro- und Verwaltungsgebäude, Lübeck

Bauherr:	Stadtwerke Lübeck
Architekt:	Architekturbüro Klein, Budenheim
Tragwerksplanung:	Züblin Timber GmbH, Aichach
Ausführende Firma:	Ed. Züblin AG, Jena
Brandschutz:	bauart Konstruktions GmbH & Co. KG, Lauterbach, Berlin



**Abb. 25:**  
Aussenansicht der Stadtwerke  
Lübeck

2014 wurde in Lübeck die neue Unternehmenszentrale der Stadtwerke Lübeck für 450 Mitarbeiter – verteilt auf ca. 14.000 m<sup>2</sup> Geschossfläche – gebaut und übergeben. In Teilbereichen des EG sowie in den drei OG sind Büro- und Verwaltungsbereiche untergebracht. In den übrigen Bereichen des EG befinden sich das Betriebsrestaurant sowie Seminar- und Versammlungsräume, die direkt an das Betriebsrestaurant angeschlossen sind.

Um einen Innenhof gruppieren sich zwei viergeschossige, L-förmige Baukörper in Holzskelett-

bauweise. Die Baukörper sind im Süden über den Haupteingang, der als offenes Foyer mit Erschließungsbrücken in den Obergeschossen konzipiert ist, miteinander verbunden. Im Norden ist eine Gebädefuge ausgebildet worden, die gleichzeitig den Zugang zum Innenhof darstellt.

Auch hier sind im Außenbereich liegende Verbindungsbrücken zwischen den beiden Bauteilen in den Obergeschossen vorhanden.

Das Gebäude wurde in Holzskelettbauweise bestehend aus Brettschichtholz-Stützen und -Trägern in Kombination mit Brettspertholz-Decken- bzw. -Dach-elementen sowie Außenwänden in Holzrahmenbauweise konzipiert. Das Gebäude wurde zudem als Passivhaus mit einer hochwärmegedämmten Gebäudehülle geplant.

Die Beurteilung des Gebäudes erfolgte gemäß der Landesbauordnung (LBO) für Schleswig-Holstein [37]. Das Gebäude ist der Gebäudeklasse 4 zugeordnet. Das Betriebsrestaurant fällt aufgrund seiner Größe nicht unter die Landesverordnung über den Bau und Betrieb von Versammlungsstätten (VStättVO) [38]. Die Grundsatzanforderung in dieser Gebäudeklasse ist die Ausführung des (Holz-)Tragwerks in der Feuerwiderstandsklasse von 60 Minuten und einer Kap-selung von 60 Minuten. Brennbare (nicht-tragende) Aussenwände müssen feuerhemmend ausgeführt



werden. Oberflächen von Fassaden sind in dieser Gebäudeklasse mindestens schwerentflammbar auszuführen.

Diese Anforderungen der LBO [37] standen im Widerspruch zu den Wünschen der Bauherrin, die den Werkstoff Holz als das prägende Material des Gebäudes sowohl innen als auch außen sichtbar halten wollte.

Die erforderlichen Abweichungen zur LBO [37] wurden durch ein ganzheitliches Brandschutzkonzept bewertet und entsprechend kompensiert. Die Rettungswege wurden vor dem Hintergrund der vergleichsweise großen Personenzahl und der in Teilbereichen normal-entflammbar hergestellten Fassade baulich sichergestellt. Dazu verfügt jeder Gebäudekörper über zwei notwendige Treppenräume. Zusätzlich steht in der offenen Gebäudefuge eine außenliegende notwendige Treppe zur Verfügung, die über die Verbindungsbrücken erschlossen wird.

Das zentrale Foyer mit einer Breite von etwa 13,50 m bildet den Haupteingang und reicht über die gesamte Gebäudehöhe von knapp 15 m. Die Nord- sowie die Süd-Fassade bestehen aus einer Pfosten-Riegel-Konstruktion aus BS-Holz mit einer passivhaustauglichen Drei-Scheiben-Verglasung. Die Trennwände zwischen den Nutzungen und dem zentralen Foyer sind von der Qualität her als notwendiges Treppenhaus ausgelegt.



Die Geschosse werden über Brücken miteinander verbunden. An die Brücken ist die notwendige Treppe in Stahlbauweise angeschlossen.

**Abb. 27:**  
Brandwände und Treppenhaukerne in Stahlbeton

Die Abweichung hinsichtlich der brennbaren Baustoffe der zentralen Treppenanlage wird über die weiteren unabhängigen Rettungswege hinreichend kompensiert. Grundsätzlich wird dabei unterstellt, dass es nicht gleichzeitig an verschiedenen Stellen des Gebäudes brennt. Bei einem Brand innerhalb des Foyers fällt dieses als Rettungsweg aus. Da aber hinreichend weitere bauliche Rettungswege zur Verfügung stehen, kann der Ausfall des Foyers akzeptiert werden.

Die Umfassungsbauteile der notwendigen Treppenräume wurden über die Anforderungen der LBO [37] aus Stahlbeton in Bauart von Brandwänden errichtet. Die Türen verfügen über eine feuerhemmende und rauchdichte Qualität.

Jeder Baukörper wird durch Brandwände ebenfalls in Stahlbetonbauweise in drei Brandabschnitte unterteilt. Gemäß LBO [37] wären Brandabschnittsflächen von bis zu 1.600 m<sup>2</sup> zulässig.

**Abb. 26:**  
Blick in das Foyer



**Abb. 28:**  
Struktur der Holzfassade  
mit den Brandsperren und  
den nichtbrennbaren Beklei-  
dungen zwischen den Fenster-  
öffnungen

Durch die zweckmäßige Unterteilung wurden Brandabschnittsflächen von ca. 800 m<sup>2</sup> realisiert. Die Brandwände (analog den Treppenraumkernen) übernehmen zugleich die Gebäudeaussteifung. Auch liegt der Abstand der Brandwände mit ca. 30 m deutlich unter den zulässigen 40 m. Jeder Brandabschnitt wird durch hochfeuerhemmende Trennwände in Metallständerbauweise in zwei Nutzungseinheiten von annähernd 400 m<sup>2</sup> unterteilt. Dies erlaubt den Verzicht auf die Ausbildung von notwendigen Fluren, welcher bei modernen Büro- und Verwaltungsnutzungen zum üblichen Anforderungsprofil des Nutzers gehört.

Die Wandoberflächen der nichttragenden Innen- und Außenwände sind mit OSB-Platten und Gipsfaser- bzw. Gipskartonplatten so bekleidet, dass die Bauteile die erforderliche Feuerwiderstandsdauer erreichen. Die Trennwände wurden in Trockenbauweise mit Metallständerwerk ausgeführt. Der Gastronomiebereich im EG und die Teilunterkellerung wurden in Stahlbeton und Mauerwerk errichtet

Die nichttragenden, 24 cm dicken Außenwände wurden in Holzrahmenbauweise so ausgeführt, dass die Anforderung der LBO eines 30-minütigen Feuerwiderstandes hinsichtlich des Raumabschlusses erreicht wird. Als Dämmstoff wurde dazu Mineralwolle eingesetzt. Die Fassadenbekleidung wurde teilweise als Holzschalung ausgeführt. Dies stellt eine Abweichung zur LBO [37] dar, da die Anforderung schwerentflammbar mit Holz im Außenbereich nicht erreicht werden kann.

Als Kompensation wurden hier robuste Brandsperren in der Fassade in Form von auskragenden Blechen ausgeführt. Die Ausführung folgt dabei den Vorgaben aus den Schweizer Fassadenbrandversuchen [33]. Die Brandsperren wurden dabei in Verbindung mit den Fensterbändern angeordnet. Zusätzlich wurden die Flächen zwischen den Fenstern nicht-brennbar ausgeführt. Damit kann eine großflächige Ausdehnung eines Brandes auf der Fassade ausgeschlossen werden.



## 8.5 \_ Beispiel 5: 2-geschossige Aufstockung Gartenstadt Elbhochufer, Wedel

Architekt:	Bauwerk Hamburg Planungs GmbH, Hamburg
Brandschutz:	hhpberlin Ingenieur für Brandschutz GmbH, Hamburg

Durch den Eigentümer und Bauherrn wurde 2011 die Überlegung angestellt, seine Bestandsgebäude in der Gartenstadt Elbhochufer in Wedel (Schleswig-Holstein) zu erweitern. Bei den Wohngebäuden handelt es sich um „Systembauten“, welche 1956 in der Gartenstadt im Gleichen Typ mit drei Geschossen, nicht ausgebauten Satteldächern aus Stahlbeton und Kellergeschossen errichtet wurden. Die Gebäude, mit einer Struktur als Dreispänner, beinhalten Wohnungen in Größen von 40 – 70 m<sup>2</sup> und 1 – 3 Zimmer.

Ein herkömmlicher Ausbau der Dachgeschosse konnte schnell ausgeschlossen werden, da statisch-konstruktiv Eingriffe in den Stahlbetonsatteldächer für die notwendige Anpassungen zur Erschaffung von zeitgemäßen Wohngrundrissen nur mit aufwendigen Maßnahmen möglich waren, welche sich wirtschaftlich nicht abbilden ließen. Im Zuge der weiteren Projektentwicklung, wurde in Zusammenarbeit mit der Stadt Wedel ein Konzept entwickelt, die bestehenden Stahlbetonsatteldächer zurückzubauen und diese durch ein Vollgeschoss und ein Staffelgeschoss zu ersetzen.

Bei den dann anstehenden umfangreichen Bestandsuntersuchungen ergab sich schnell, dass eine Aufstockung der Gebäude in Massivbauweisen statisch nicht umsetzbar war und nur eine deutlich leichtere Bauweise möglich ist. Somit wurde schon am Anfang der Planung entschieden, dass eine Realisierung des Projektes in Holzbauweise erfolgen soll.



### Gestaltungs- und Entwurfskonzept

Die 2-geschossigen Aufstockungen entsprechen in ihren Abmessungen den darunterliegenden Vollgeschossen und bestehen aus einer Art „Baukastensystem“ mit 3 Bauteilen je Haus (Treppenhaus und zwei L-förmige Wohnungen), wobei die Wohnungsbaukörper unterschiedlich gedreht zum Treppenhaus angeordnet werden.

Im 4. OG entsteht durch dieses System ein abwechslungsreiches Spiel der Baukörper und eine scheinbar willkürliche Anordnung von Gebäudeteilen und Dachterrassen, die dieses Geschoss als Staffelgeschoss mit vielen Rücksprüngen erscheinen lassen und es in seiner Masse optisch sehr reduzieren.

In jedem Geschoss der Aufstockung werden zwei Wohnungen angeordnet, die jeweils über das nach oben weitergebaute Haupttreppenhaus erschlossen werden. Die Wohnungen im 3. OG erhalten Loggien und die Wohnungen im 4. OG Dachterrassen, welche zur Garten- und Südseite ausgerichtet sind. Die Positionen von Fenstern, Loggien und Dachterrassen in den Fassaden nehmen Bezug auf die Gliederung der Bestandsfassaden.

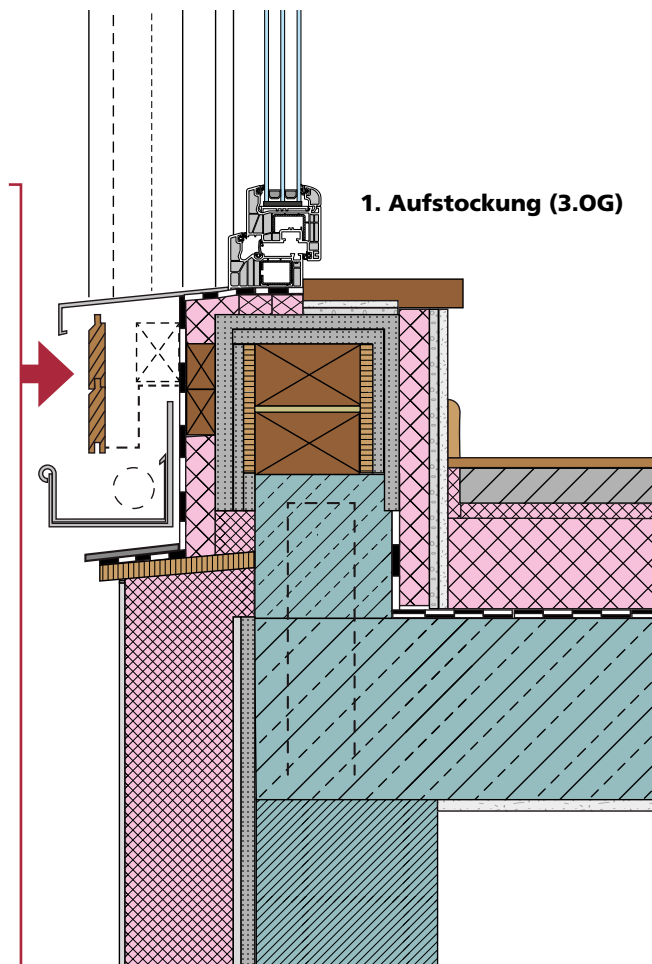
Abb. 29:

Fassadengestaltung  
(Treppenraumfassade) der  
2-geschossigen Aufstockung

**Abb. 30:**  
Anschluss mit Stahlbetonring-  
balken

**Wandaufbau Aussenwand mit beidseitiger K<sub>2</sub>,60-Kapselung, Bereich Fensterschwelle 1. Aufstockung:**

- 1x 12,5mm GKB-Platte + 1x 12 mm OSB-Platte, N+F, konstruktiv
- Holzlatten d=40mm, als Installationsebene, voll gedämmt mit Steinwolle d=40mm, WLG 035, BSK A,  $\geq 1000^{\circ}\text{C}$
- 2x 18 mm GKF-Platte Knauf (K<sub>2</sub>,60-Kapselung von innen)
- 1x 12 mm OSB-Platte, N+F, gem. Statik, als Wandscheibe (Stoßfestigkeit)
- Holzständerwerk d=140mm, gem. Statik, vollgedämmt mit Steinwolle d=140mm, WLG 035, BSK A,  $\geq 1000^{\circ}\text{C}$
- 1x 16mm DWD-Platte N+F
- 12,5mm Knauf GKFi-Platte + 25mm Knauf Massivbauplatte (K<sub>2</sub>,60-Kapselung von aussen)
- Steinwolle d=40mm (WDVS), WLG 035, BSK A, 1000C, teils mit UK-Holzlattung 4x6cm
- EPDM-Schleppstreifen
- Distanzholz d=ca. 6x8cm (l/h)
- Holzlattung d=40mm, vertikal (Hinterlüftungsschicht)
- Fassadenverkleidung Holzlamellen N+F, Lärche Natur, d=ca. 20mm, n.A. AG



Die Fassaden gliedern sich aus hinterlüfteten Holzfassaden, welche aus unbehandelten Douglasie Holzstruktur Brettern bestehen, und Abschnitten aus einem WDV-System mit Mineralwolldämmung, welche sich als Putzfassaden abbilden. Dadurch wird die dahinterliegende Struktur der Wohnungsaufteilung betont und gleichzeitig die Anforderungen an den Brandschutz erfüllt.

Die vorwiegend bodentiefen Kunststofffenster erhalten eine graue Oberfläche als Gegensatz zum hellen Holz der Fassade, liegen in der Fassade leicht zurückversetzt in der Dämmebene.

Die Dächer sind als gering geneigte Flachdächer mit durchgehender Attikahöhe konzipiert. Im Bereich der Treppenhäuser liegen Dach und Attika tiefer, so dass durch diese Höhenversprünge die Aufsto-

ckungen in Abschnitte gegliedert und das kompakte Erscheinungsbild gemildert werden kann.

Die Treppenhäuserwände werden als Mauerwerkswände gemäß dem Bestand nach oben fortgeführt und die Treppenläufe als Stahlbetonfertigteile ausgeführt. Bei den 12 Wohnungen handelt es sich um 2 – 3 Zimmerwohnungen mit Größen von 45 – 60 m<sup>2</sup>, welche aus offenen und klassischen Grundrissen variieren.

Durch die Holzbauweise ergab sich der naheliegende Umstand, dass auch ein Energiekonzept mit erhöhten Anforderungen gemäß des KfW-Standards KfW Effizienzhaus 55 umgesetzt werden sollte. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wurde neben einer hochgedämmten Außenhülle der Gebäude, eine Heizungs- und Warmwasseranlage mit einer Luft-Wärme-Pumpe und einer Gasbrennwertanlage als

Spitzenlastkessel sowie eine dezentral Wohnungslüftung mit einer Effizienz von > 90% geplant.

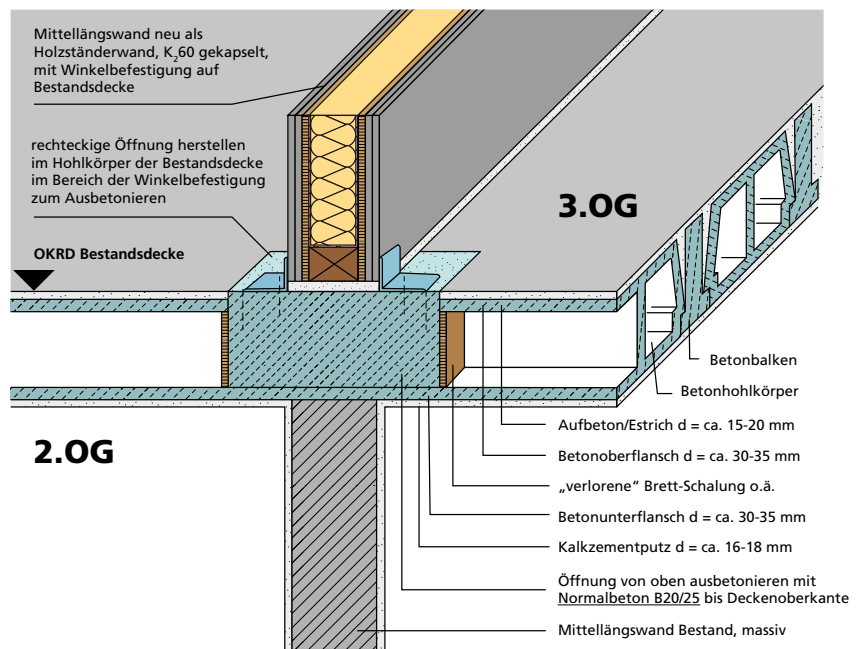
Mitte 2016 konnte mit dem ersten Bauabschnitt begonnen werden. Nachdem das Stahlbetonsatteldach mit erhöhten Schwierigkeiten und somit deutlicher Bauzeitenverzögerung rückgebaut wurde, konnte mit den notwendigen Ertüchtigungen des Bestandes und der Erweiterungen der Treppenhäuser in Massivbauweise sowie der Erstellung eines Stahlbetonringbalkens als Auflager für die Holzkonstruktion begonnen werden.

Ab April 2017 wurde mit der Errichtung der vorproduzierten Holzbauteile begonnen. Nach ca. 4 Monaten war nahezu die vollständige Holzkonstruktion aufgestellt und es konnte mit dem Einbau der Fenster sowie den Fassaden- und Dachdichtungsarbeiten begonnen werden. Ab September 2017 erfolgte der Ausbau einschließlich der haustechnischen Installation, so dass im Mai 2018 der erste Bauabschnitt erfolgreich fertiggestellt werden konnte.

### Brandschutz

Das Bauvorhaben stellt im Zuge der Aufstockung ein Wohngebäude der Gebäudeklasse 4 dar. Neben der Entscheidung, das Tragwerk weitestgehend in Holzbauweise zu errichten, sollte auch ein Großteil der Außenwände hölzern bekleidet werden. Hierzu wurden hinterlüftete Außenwandbekleidungen aus Lärchenholz geplant. Die teilweise hölzerne Außenwandbekleidung ist der Baustoffklasse B2 (normalentflammbar) zuzuordnen. Nach § 29 (3) LBO [37] müssen Oberflächen von Außenwänden und Außenwandbekleidungen in der vorliegenden Gebäudeklasse 4 aus Baustoffen der Baustoffklasse B1 (schwerentflammbar) bestehen.

Die Ausführung einer normalentflammbaren, hinterlüfteten Außenwandbekleidung stellt daher eine Abweichung gegenüber § 29 (3) LBO [37] dar. Das Tragwerk wird entsprechend der M-HFHolzR [1] mit



**Abb. 31:**

Mittellängswand mit K<sub>2,60</sub> Bekleidung

einer K<sub>2,60</sub> Bekleidung ausgeführt. Die Treppenhäuser werden entsprechend LBO [37] errichtet.

In § 29 (1) LBO [37] werden die grundlegenden Anforderungen an Außenwände, die keine Brandwände sind, festgelegt. Die Absätze 2 bis 5 (Anforderungen an nicht tragende Außenwände und Fenster, Anforderungen an Oberflächen, Bekleidung und Dämmungen von Außenwänden, Geschossübergreifende Hohl- und Lufträume, Ausnahmen für Gebäudeklasse 1 bis 3) sind Konkretisierungen von Absatz 1 des § 29 LBO [37]. Grundsätzlich kann das Schutzziel einer ausreichend langen Verzögerung der Brandausbreitung über die Außenwände auch abweichend zu § 29 (2) bis § 29 (5) LBO [37] sichergestellt werden.

Es wird davon abgewichen, dass die Oberflächen von Außenwänden sowie Außenwandbekleidungen einschließlich der Dämmstoffe und Unterkonstruktionen schwerentflammbar sein müssen. Die Oberflächen der hier betrachteten Wände werden normalentflammbar aus Holz ausgeführt.

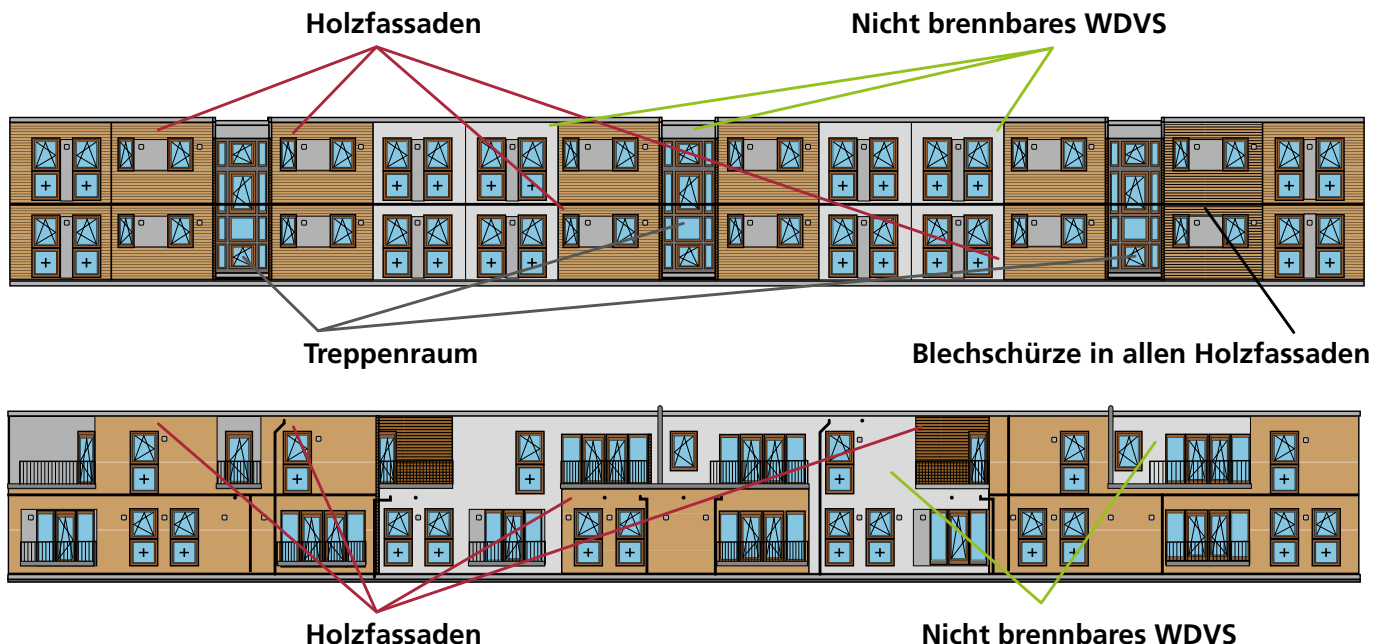
### Die grundsätzliche Ausführung der Außenwände wird im Folgenden beschrieben:

- 1) Die Außenwandverkleidungen bestehen aus Lärchenholz. Dieses Holz hat eine relativ hohe Rohdichte und ist damit „schwerer entflammbar“ als sonst bauübliche Hölzer wie Fichte oder Kiefer.
- 2) Die Dämmung hinter der hölzernen Fassade wird nichtbrennbar ausgeführt.
- 3) Um einen evtl. Brandüberschlag von dem Wärmedämmverbundsystem (WDVS) des Bestandes der unteren Geschosse zu der Holzfassade zu verhindern, ist ein Brandriegel aus nicht brennbaren Baustoffen entsprechend den Anforderungen der Zulassung des WDVS zwischen WDVS und hölzerner Fassade vorzusehen.

- 4) Die Außenwandbekleidung wird entsprechend der Vorgaben der Lignum [33] geplant. Dabei wird entsprechend Ziffer 3.3.1 [33] eine Blechschürze von mindestens 10 mm Tiefe (Auskrägung ab Außenkante Bekleidung) ausgebildet. Eine Hinterlüftung von bis zu 100 mm Tiefe (es liegen lediglich 40 mm vor) bei flächigen Holzwerkstoffen (Platten) oder formschlüssiger Schalung (Profile mit Nut und Feder) als Bekleidung ist zulässig. Mit der Verwendung von Lärchenholz wird die Anforderung an die Werkstoffklasse 1 des Holzes erfüllt. Die Schürzen sind entsprechend Ziffer 4.1.4 [33] ausgeführt (Dicke, Befestigungen usw.).

Die Treppenraumfassaden sind als große mehrteilige Fenster geplant (Glasfenster mit Kunststoff ummantelten Stahlprofilen).

**Abb. 32:**  
Treppenraumfassade



**Abb. 33:**  
Südfassade mit Unterteilung  
durch nichtbrennbares WDVS

Die Südfassade wird durch ein nichtbrennbares WDVS stark parzelliert und teilweise auf nur ein Geschoss mit hölzerner Fassade reduziert, wodurch eine Brandausbreitung bei der Fassade erheblich begrenzt wird.

## 8.6 \_ Beispiel 6: Neubau eines Luxushotels mit Funktionsgebäude für Ambulantes Operieren am Tegernsee

<b>Bauherr:</b>	Sports Medicine Excellence Gruppe (SME), Teuffen, Schweiz
<b>Architekt:</b>	Matteo Thun & Partner (Entwurf), Mailand, Meissl Architekten (Ausführung), Seefeld in Tirol
<b>Tragwerksplanung:</b>	Pirmin Jung Ingenieure AG, Sargans, Schweiz
<b>Ausführende Firma:</b>	RHZ Bau GmbH, Blumer-Lehmann AG
<b>Brandschutz:</b>	Dehne Kruse Brandschutzingenieure, Braunschweig, Wolfsburg

Auf dem ca. 24.000 m<sup>2</sup> großen Grundstück des ehem. „Jod-Schwefelbad-Areals“ in Bad Wiessee realisiert die Sports Medicine Excellence Gruppe (SME) ein Aktivitätshotel mit 121 Zimmern, an welches angebunden im Norden des Areals ein Funktionsgebäude stehen wird.

Die historische und unter Denkmalschutz stehende Wandelhalle im Südwesten des Areals wird als Restaurant und Event-Location mit Büroebene dienen. Zwei Hotelflügel beinhalten die verschiedenen Kategorien von Gästezimmern sowie einen Spa-Bereich mit Trainings-, Therapie- und Behandlungsräumen und eine Tiefgarage mit ca. 200 Abstellplätzen.

Die Anordnung des Gesamtkomplexes auf dem Areal ist auf der folgenden Abbildung dargestellt.



**Abb.34**  
Anordnung der Gebäude auf dem Areal



**Abb. 35:**  
Rendering des Komplexes

Die geplanten Gebäude werden in Hybridbauweise errichtet. Die Untergeschosse inklusive der Tiefgarage werden in Massivbauweise aus Stahlbeton hergestellt. Dies gilt gleichermaßen für die Erdgeschosse. Ab dem 1. Obergeschoss ist für die Hotelbereiche eine Ausführung in Massivholz- bzw. Holzständerbauweise vorgesehen. Das Funktionsgebäude mit den Operationssälen wird auch in den Obergeschossen in Stahlbeton hergestellt. Die Wandelhalle ist im Bestand bereits in Massivbauweise (Mauerwerk, Stahlbeton) errichtet. Die notwendigen Treppenhäuser sowie die Fahrstuhlschächte sind ebenfalls in Massivbauweise geplant. Als Außenwandbekleidung wird in Teilbereichen eine brennbare Holzbekleidung vor einer gekapselten oder nichtbrennbaren Außenwandscheibe ausgeführt.

Die historische und unter Denkmalschutz stehende Wandelhalle nimmt überwiegend das gastronomische Angebot (Restaurant, Bar) des Komplexes auf. Der Turm und das Kopfgebäude der Wandelhalle fungieren als Ankunftsort für die anreisenden Gäste.

Die beiden Hotelflügel beinhalten verschiedene Kategorien von Gästezimmern und einen Spa-Bereich inkl. Außen- und Innenschwimmbekken, Trainings-

und Ruheflächen und Therapie- und Behandlungsräume sowie Ruhezonnen. Der rechte Hotelflügel wird eine Tiefgarage mit ca. 82 Abstellplätzen sowie eine automatische Tiefgarage mit ca. 112 Abstellplätzen beinhalten. Ansonsten sind in den Untergeschossen die üblichen Lager- und Technikräume inklusive der Schwimmhallentechnik vorgesehen. Aufenthaltsräume im baurechtlichen Sinne sind in den Untergeschossen nicht geplant.

Im Funktionsgebäude (ganz rechts) werden zwei ambulante OP-Säle inklusive der notwendigen Nebenräume, Sprechstunden- und Therapieräumlichkeiten sowie ein Magnetresonanztomograph und konventionelles Röntgen untergebracht. Hier sind auch Zimmer für eine schmerztherapeutische Nachsorge vorgesehen.

Unter dem Aspekt der Holzbauweise sind die beiden Hotelflügel sowie die Außenhülle des Gebäudes relevant. Auf diese Teile wird im Weiteren näher eingegangen.

Die beiden Hotelriegel fallen in die Gebäudeklasse 4 mit einer Gebäudehöhe von 10,07 m bei Nutzungseinheiten < 400 m<sup>2</sup>. Sie werden gemäß der Beherbergungsstättenverordnung (BStättV) [39] als vier-

geschossige Hotels beurteilt. Die Riegel verfügen gemäß Planstand über jeweils ca. 130 Gastbetten.

Grundsätzlich gilt, dass für einen Sonderbau Erleichterungen gestattet oder besondere Anforderungen gestellt werden können. Es muss bei Abweichungen vom Baurecht nachgewiesen werden, dass die bauaufsichtlichen Schutzziele durch geeignete kompensatorische Maßnahmen trotz der Abweichungen erfüllt werden.

Auf dem Areal wird kein typisches Krankenhaus errichtet. Es handelt sich vielmehr um ein ambulantes Operationszentrum mit angeschlossenem Hotel. Die Patienten, die operiert werden, werden präoperativ so ausgewählt (triiert), dass sie am Bewegungsapparat ambulant operiert werden können. Falls erforderlich können frisch operierte Patienten in eine Einheit im Funktionsgebäude verlegt werden, wo sie, falls nötig schmerztherapeutisch versorgt werden können. Die Patienten sind, sofern an den Beinen operiert, am Nachmittag des Operationstages gehfähig, wenn auch eingeschränkt und können die Gebäude selbständig verlassen. In einzelnen Fällen ist eine stützende Hilfe erforderlich.

Die Eckpfeiler des Brandschutzkonzepts bilden eine flächendeckende automatische Brandmeldeanlage und die Herstellung einer Weglänge von maximal 15 m gemessen ab Austritt aus Aufenthaltsräumen auf einem notwendigen Flur bis in einen zunächst sicheren Rauchabschnitt. In allen Gebäuden werden Brandabschnitte gebildet, um im Brandfall die Anzahl der zu evakuierenden Personen zu minimieren.

Die Anforderungen an die Rettungswege der Beherbergungsstätten bezüglich der maximal zulässigen Längen und Breiten ergeben sich aus den § 5 Art. 32, 33 und 34 der BayBO [16], sowie aus § 3 Abs. 1 und 2 der Beherbergungsstättenverordnung (BStättV) [39].

Da in der Beherbergungsstättenverordnung [39]

keine Anforderungen an Rettungsweglängen und -breiten gestellt werden, wird deshalb auf die BayBO [16] zurückgegriffen. Gemäß § 3 Abs. 1 der BStättV [39] müssen von jedem Beherbergungsraum mindestens zwei voneinander unabhängige Rettungswege vorhanden sein. Sie dürfen innerhalb eines Geschosses über denselben Flur führen. Weiterhin darf der zweite Rettungsweg über die Rettungsgeräte der Feuerwehr führen, wenn nicht mehr als 60 Betten und nicht mehr als 30 Betten pro Geschoss vorhanden sind.

Jedes nicht zu ebener Erde liegende Geschoss des Gebäudes muss über mindestens eine Treppe zugänglich sein (notwendige Treppe). Ein notwendiger Treppenraum oder ein Ausgang ins Freie muss innerhalb einer maximal zulässigen Fluchtweglänge von 35 m in der Lauflinie erreichbar sein.

In den oberirdischen Geschossen der Hotelriegel werden die zulässigen Rettungsweglängen von 35 m bis zu einem Ausgang in einen notwendigen Flur bzw. bis zu einer notwendigen Treppe von jedem Punkt aus eingehalten. Beide Rettungswege verlaufen entgegengesetzt und sind unabhängig voneinander durch Treppenräume sichergestellt. Dazu verfügen die beiden Gebäude über zwei bzw. drei Treppenräume.

Die beiden Hotelriegel sind insgesamt viergeschossig geplant. Gemäß §4 BStättV [39] sind die tragenden Wände, Pfeiler und Stützen in feuerbeständiger Bauart auszuführen. Diese Anforderung schließt in Bayern eine Bauweise in Holz zunächst aus. Da die tragenden Bauteile in Anlehnung an die BayBO [16] hochfeuerhemmend in Holzbauweise ausgeführt werden sollen, liegt eine Abweichung zu §4 BStättV [39] vor.



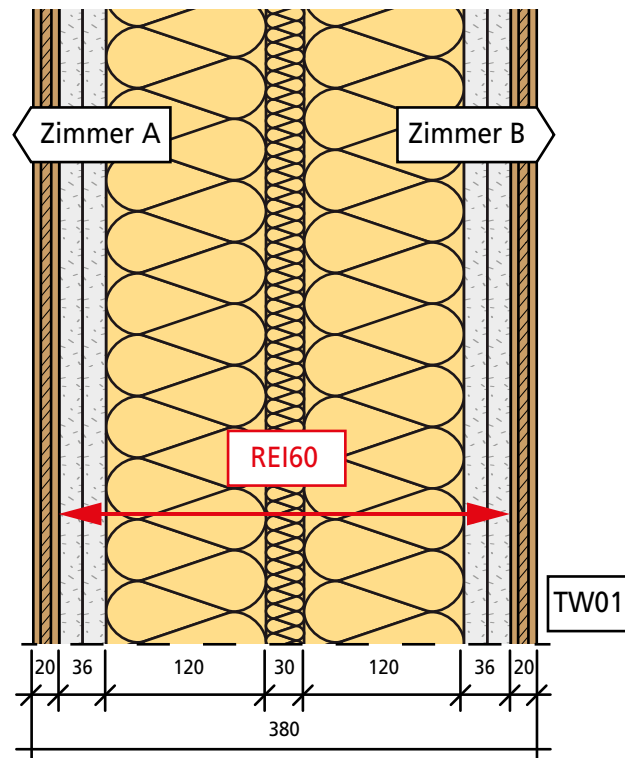
### Die Abweichung wurde gemäß Brandschutzkonzept wie folgt begründet:

- Die Gebäude entsprechen in ihrer Planung einem Gebäude der Gebäudeklasse 4. Die Gebäudehöhe liegt mit 10,07 m unter den zulässigen 13 m. Die zulässige Größe der Nuteinheiten von 400 m<sup>2</sup> wird ebenfalls nicht erreicht.
- Die Untergeschosse sowie die Erdgeschosse werden feuerbeständig in Stahlbeton errichtet. Die Abweichung betrifft ausschließlich die Obergeschosse.
- Die Gebäude werden vollflächig mit einer automatischen BMA, über die Anforderungen der BStättV [39] hinausgehend, überwacht.
- Im Unterschied zu einem normalen Hotel ist im vorliegenden Fall immer von einem längeren Aufenthalt auszugehen, da die Gäste einen Therapieaufenthalt ähnlich einem Kuraufenthalt gebucht haben. Es ist daher im Regelfall Ortskundigkeit zu unterstellen.
- Die Trennwände zu den notwendigen Fluren werden über die Anforderungen der BayBO [16] und der BStättV [39] analog dem Tragwerk ebenfalls hochfeuerhemmend hergestellt. Dies gilt ebenso für die Trennwände zwischen den einzelnen Gastzimmern. Die Brandausbreitung wird damit erheblich behindert und die Rettungswege erreichen ein höheres Schutzniveau. Die Nutzungseinheitsgröße liegt daher bei lediglich 30 m<sup>2</sup>. Dieses Brandszenario ist für jede Feuerwehr gut zu beherrschen. Zumal aufgrund der vollflächigen BMA mit einer schnellen Alarmierung der Feuerwehr zu rechnen ist.
- Die notwendigen Treppenträume werden gemäß den Anforderungen der BStättV feuerbeständig in Stahlbeton errichtet.

Abb. 36:

Trennwand in Holzrahmenbauweise zwischen Gastzimmern. Hier mit beidseitiger K<sub>2</sub>60 Ausführung

Auf die gemäß BayBO [16] in Verbindung mit der MHHR [40] geforderte Kapselung K<sub>2</sub>60 der Holzbauteile wurde bis auf die Flurwände und Zimmertrennwände sowie die Brandwandersatzwände verzichtet. Um die Holzoptik auch bei den Zimmertrennwänden erhalten zu können, werden diese beidseitig zusätzlich mit einer Dreischichtplatte bekleidet.



Die beiden Hotelriegel erhalten weiterhin in den Obergeschossen brennbare Außenwände. Da es sich um tragende Bauteile handelt, ist eine hochfeuerhemmende Ausführung erforderlich. Außenseitig ist aus kompensatorischen Gründen eine Kapselung der Kapselklasse K<sub>2</sub>60 gemäß DIN EN 13501-2 [5] erforderlich. Innenseitig erfolgt eine Kapselung der Klasse K<sub>2</sub>30 ebenfalls gemäß DIN EN 13501-2 [5]. Die außenseitige K<sub>2</sub>60-Kapselung wird erforderlich, da in den Obergeschossen in Teilbereichen eine brennbare, normal entflammable Holzaußenbekleidung (Lamellenfassade) geplant ist. Dies stellt eine Abweichung zu Art. 26 Abs. (3) der BayBO [16] dar.

### Die Abweichung wird gemäß Brandschutzkonzept wie folgt begründet:

Im Erdgeschoss wird die Bekleidung nichtbrennbar ausgeführt. Das 3. OG ist ein Staffelgeschoss, welches deutlich rückversetzt ist. Das potentielle Brandszenario der Lamellenfassade erstreckt sich daher lediglich auf das 1. und 2. OG. Holzaußenbekleidungen in der Qualität „schwerentflammbar“ sind nicht verfügbar. Übliche Brandschutzchemikalien sind nicht hinreichend witterungsresistent.

Um das Schutzziel einer übermäßigen Brandausbreitung über die Fassade zu behindern, werden die Schweizer Brandversuche [33] zu Fassaden herangezogen. Demnach haben sich Stahlbleche als sehr wirksam erwiesen. Es werden daher Brandsperrn in Form von auskragenden Blechen auf dem Niveau der Decke über EG und der Decke über dem 1. OG angeordnet. Diese überkragen die Fassadenkonstruktion um 20 cm. Die brennbare Tragkonstruktion wird im Bereich der Brandsperrn ebenfalls unterbrochen. Um die Löschbarkeit der Fassaden auch ohne Drehleiter zu gewährleisten, wird eine halbstationäre Löschanlage (trockene Steigleitung, Verteilung, offene Düsen) auf Höhe der Decke über dem 2. OG angeordnet. Als Steigleitung ist eine DN 80 Leitung ausreichend. Es werden pro Fassade zwei bis drei Löschbereiche je nach zu bemessendem Wasserbedarf gebildet. Die Feuerwehr schließt sich im Bedarfsfall an die jeweilige Einspeisung an und kann den Fassadenbereich von oben mit Löschwasser beaufschlagen. Die Fassadenfläche im 1. Obergeschoss kann vom Erdboden aus gelöscht werden. Hierzu werden Zugänge für die Feuerwehr in der Umzäunung des Areals (1,20 m breite Türen mit Feuerweherschließung) vorgesehen.

Die eigentliche Außenwand ist durch die äußere K260 Kapselung hinreichend vor einem Mitbrand bei einer Entzündung der Fassade geschützt.



**Abb. 37:**  
Hotelriegel mit Lamellenfassade aus Holz



**Abb. 38:**  
8-Geschosser mit Holz-  
fassade

### 8.7 \_ Beispiel 7: 8-geschossiges Wohnhaus, Bad Aibling

<b>Bauherr:</b>	B&O Wohnungswirtschaft GmbH, Bad Aibling
<b>Architekt:</b>	Schankula Architekten, München (Ausführung)
<b>Tragwerksplanung:</b>	bauart Konstruktions GmbH & Co. KG, Lauterbach, München
<b>Ausführende Firma:</b>	Huber & Sohn GmbH & Co. KG, Bachmehring
<b>Brandschutz:</b>	bauart Konstruktions GmbH & Co. KG, Lauterbach, München

Auf dem Areal einer ehemaligen US-Kaserne im bayrischen Bad Aibling entstand von Mai bis Juli 2011 ein achtgeschossiges Gebäude in Holzbauweise mit einer Holzbekleidung.

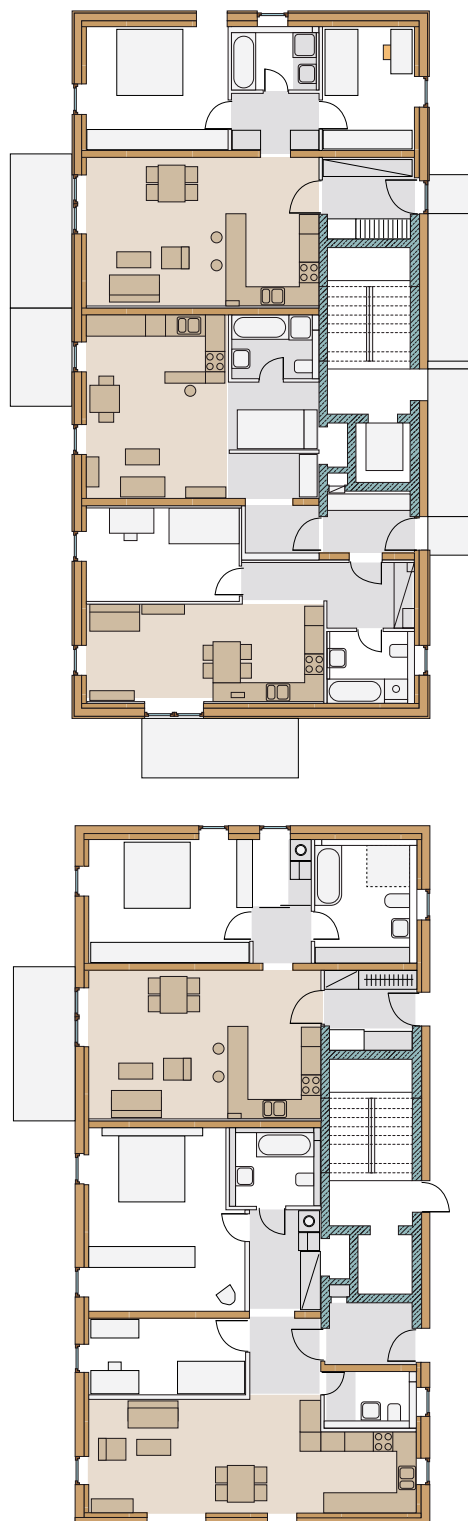
Eine grundsätzliche Überlegung zu Beginn der Planung für dieses Bauvorhaben galt der Erschließung des Gebäudes und deren Integration in das Konzept für den vorbeugenden Brandschutz. An das Treppenhaus bestanden erhöhte Anforderungen aufgrund der Konstruktion des Gebäudes aus Holz und durch die Tatsache, dass sieben Geschosse auf die sichere Fluchtmöglichkeit über das Treppenhaus angewiesen sind. Aus diesen Gründen bestand die Forderung nach einem Treppenraum aus nichtbrennbaren Baustoffen. Folglich wurde dieses in Stahlbetonfertigteilbauweise konzipiert und gleichzeitig für die Aussteifung des Gebäudes herangezogen. Die Grundrisslösungen sollten in allen Etagen maximal flexibel sein, damit Nutzungsänderungen jederzeit möglich wären. Es wurden flexibel nutzbare Büros, Wohnungen als 3-Spänner, Wohnungen als 2-Spänner und rollstuhlgerechte Wohnungen geplant. Die Wohnungen sind zudem barrierefrei und entsprechen den Förderkriterien für den sozialen Wohnungsmarkt. Das oberste Geschoss ist als exklusive Penthousewohnung mit großzügiger Dachterrasse geplant.

Den wesentlichen Baustoff des Gebäudes zu zeigen, war ein bestimmender Aspekt des Gestaltungskonzeptes für das 8-geschossige Gebäude. Die Fassadenbekleidung wurde größtenteils in Holz ausgeführt, so dass hier brandschutztechnisch besondere Maßnahmen zu ergreifen waren. Gleiches gilt für die im Innenraum sichtbaren Holzoberflächen der Deckenuntersicht. Die Balkone wurden als Stahlkonstruktion mit einer Balkondecke aus Brettsperreholzelementen konzipiert, so dass für den Betrachter auch hier der dominierende Baustoff des Gebäudes auf den ersten Blick erkennbar ist.

### Tragwerk und Statik

Die Ausführung des Treppenhauses und des Aufzugschachtes in Stahlbetonbauweise erlaubte die Nutzung dieses Kernbauteils als wesentliches Element der Gebäudeaussteifung. Das Tragwerkskonzept besteht aus tragenden Außenwänden an den Giebelseiten des Gebäudes sowie parallel dazu verlaufenden tragenden Innenwänden. Die aussteifenden Querwände sind jeweils mit Zugstangen versehen, da die auftretenden Zugkräfte aus Windbeanspruchungen durch das geringe Eigengewicht der Holzkonstruktion nicht überdrückt werden können. Die Zugstangen verlaufen über die gesamte Gebäudehöhe bis in das Fundament und werden etagenweise gekoppelt.

Daher sind Verformungs- sowie Setzungsverhalten der Holzbauteile eines derartigen hohen Gebäudes von zentraler Bedeutung. Belastbare Erkenntnisse zu diesem Thema liegen in der Fachliteratur nicht vor. Daher wurden gemeinsam mit der Technischen Universität München Belastungstests zur Verformung der Bauteile durchgeführt. Bisher wurden in dem Gebäude keine nennenswerten Setzungen festgestellt.



**Abb. 39:**  
Grundrisse 3-Spänner  
und 2-Spänner

Abb. 40  
Innenansicht mit sichtbarer  
Brettsper Holzdecke



### Brandschutz

Mit einer Höhe der obersten Geschossdecke von knapp 22 m reicht das Gebäude fast an die Hochhausgrenze heran. Das Gebäude wurde daher in die Gebäudeklasse 5 gemäß BayBO [16] eingestuft. Ein ganzheitliches Brandschutzkonzept war somit zwingend erforderlich. Dabei stehen zunächst die allgemeinen Schutzziele des Baurechts im Vordergrund:

- Vorbeugung der Entstehung eines Brandes
- Verhinderung der Ausbreitung von Feuer und Rauch
- Gewährleistung der Flucht und Rettung von Personen
- Ermöglichung wirksamer Löscharbeiten

### Die Umsetzung dieser Anforderungen wird nachfolgend zusammengefasst.

Die Aspekte des baulichen Brandschutz sind:

- tragende Außen- und Innenwände: REI 90-K<sub>2</sub>60
- Geschossdecken: REI 90-K<sub>2</sub>60
- rauchdichtes und nichtbrennbares Treppenhaus aus Beton
- Erschließung der Wohnungen über Laubengänge
- im Bereich der Fluchtwege der Laubengänge nichtbrennbare Putzoberflächen
- Fassaden größtenteils mit kleinteiligen, sägerauen Holzschalungen ausgeführt. Aufgrund der Erkenntnisse eines Großbrandversuches in der Schweiz wurden die Schalungen geschossweise durch horizontale Brandsperrn aus Stahlblech getrennt

Im organisatorischen Brandschutz wurden folgende Maßnahmen ergriffen:

- Zusätzliche trockene Steigleitung im Bereich des Treppenhauses

Der anlagentechnische Brandschutz stellt sich wie folgt dar:

- Installation von Rauchwarnmeldern in jedem Raum

## 8.8 \_ Beispiel 8: SKAIO, Heilbronn

Bauherr:	Stadtsiedlung Heilbronn
Architekt:	Kaden und Lager GmbH, Berlin
Tragwerksplanung:	bauart Konstruktions GmbH & Co. KG, Lauterbach, Berlin
Ausführende Firma:	Züblin Timber GmbH, Aichach
Brandschutz:	Dehne Kruse Brandschutzinge- nieure, Braunschweig, Wolfsburg

Im Rahmen der Bundesgartenschau 2019 (BuGa) entstehen am Neckarbogen bzw. im gleichnamigen Stadtentwicklungsgebiet insgesamt acht individuelle, jedoch über einen gemeinsamen Innenhof und eine gemeinsame Tiefgarage verbundene Gebäude. Die Gebäude dienen vorrangig der Wohnnutzung. Realisiert wird eine Mischung aus Miet- und Eigentumswohnungen. Eines dieser Gebäude (SKAIO) wird mit 34 m Höhe das erste Hochhaus in Holzbauweise in Deutschland. Das Hochhaus markiert während der BuGa 2019 den Eingang auf das Gelände der Gartenschau. Mit seinen zehn Geschossen bildet es einen der drei Hochpunkte in der näheren Umgebung.

Das SKAIO ist als Hybridkonstruktion geplant. Der Werkstoff Holz wird den überwiegenden Teil der Konstruktion ausmachen, das Treppenhaus und das Sockelgeschoss werden aus Stahlbeton gefertigt. SKAIO enthält neben Gewerbe- und Nebenräumen im Erdgeschoss darüber hinaus 60 Wohneinheiten. Das Erdgeschoss bietet Raum für alle Bedürfnisse der alltäglichen An- und Abreise: Fahrradstellplätze sind in großer Zahl und vor allem sicher im Gebäude verfügbar, zudem sind Abstellflächen für Kinderwagen und Rollstühle vorgesehen.

Die im Prinzip kleinteiligen 1 bzw. 2-Zimmer-Wohnungen werden über das innenliegende Sicherheitstrepptenhaus erschlossen, sind zwischen 40 und 70m<sup>2</sup>



groß und können aufgrund des Gebäudekonzeptes je nach Bedarf zusammengeschaltet werden. Alle Wohnungen verfügen über eine Loggia bzw. große, bodentiefe Fenster. Eine der Wohngemeinschaften im 6.OG hat direkten Zutritt auf eine Dachterrasse auf dem westlichen Teil des Gebäudes, auf dem Dach des zehnten Geschosses gibt es eine gemeinschaftlich nutzbare Dachterrasse für alle Bewohner.

Die Muster-Hochhausrichtlinie (MHHR) [40] ist in Baden-Württemberg bauaufsichtlich nicht eingeführt. Sie wird daher nur orientierend herangezogen. Grundlage für die brandschutztechnische Beurteilung des Bauvorhabens ist daher im Wesentlichen die Landesbauordnung für Baden-Württemberg (LBO) [8] mit der dazugehörigen allgemeinen Ausführungsverordnung (LBOAVO) [41] in der jeweils aktuellen Fassung. Nach § 2 Abs. (4) der LBO [8] wird das Gebäude aufgrund einer Fußbodenhöhe von mehr als 13 m der obersten Aufenthaltsräume

**Abb. 41:**  
SKAIO Heilbronn

in die Gebäudeklasse 5 eingestuft. Diese Gebäudeklasse beinhaltet alle Gebäude, die nicht unter die Gebäudeklassen 1 bis 4 fallen.

Die Grundfläche der größten Nutzungseinheit liegt bei ca. 236 m<sup>2</sup> für eine Wohngemeinschaft. Die sonstigen Nutzungseinheiten umfassen Flächen von ca. 40 m<sup>2</sup> bis 130 m<sup>2</sup>.

Die LBO [8] erlaubt in Gebäuden der Gebäudeklasse 5 anstelle von feuerbeständigen Bauteilen die Ausführung aus brennbaren Baustoffen ohne eine allseitige brandschutztechnisch wirksame Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen, wenn baulich sichergestellt ist, dass gemäß § 26 eine Brandweiterleitung insbesondere über die Geschosstrennung hinaus ausgeschlossen werden kann. Ist das der Fall, dann liegt gemäß der LBO [8] kein erhöhtes Risiko durch eine brennbare Bauweise vor.

Im vorliegenden Fall kommt die Holzbauweise erst ab dem 1. Obergeschoss zum Einsatz. Die Konstruktion wird dabei in der Holzmassivbauweise (Brettsperrholz bzw. Brettschichtholz) ausgeführt. Alle tragenden und aussteifenden Wände werden entsprechend den Anforderungen der LBO [8] in Verbindung mit der LBOAVO [41] für die Gebäudeklasse 5 in der Feuerwiderstandsklasse R 90 gemäß DIN EN 13501-2 [5] errichtet.

Die Massivholzdecken sind im Brandfall günstig zu bewerten. Im Gegensatz zu einer Holzbalkendecke sind keine Hohlräume möglich. Dementsprechend kann es auch zu keinem Einbrand und zu den von Feuerwehreinsetzungskräften gefürchteten Hohlraumbränden kommen. Konstruktionsbedingt genügen diese Decken den Anforderungen des § 26 der LBO [8] ohne weiteren Nachweis in der Fläche. Hinsichtlich der Verhinderung einer Brandweiterleitung stellen erwartungsgemäß die Anschlüsse die größten Herausforderungen für die Fachplaner dar. In der Auslegung des § 26 kursieren in den Fachkreisen mitunter unterschiedliche Meinungen. Eine

weit verbreitete Ansicht ist, dass die Konstruktionen absolute Gasdichtheit aufweisen müssen. Dies geht aber über die Anforderungen des § 26 deutlich hinaus.

In Anlage A 1.2.3/3 der VwV TB B-W vom 20.12.2017 wird zu Eurocode 5 (DIN EN 1995 „Bemessung und Konstruktion von Holzbauten“) folgendes bekannt gemacht:

„Für spezielle Ausbildungen (z.B. Anschlüsse, Fugen etc.) sind die Anwendungsregel nach DIN 4102-4:2016-05 zu beachten, sofern die Eurocodes dazu keine Angaben enthalten“.

Die DIN 4102 in der Fassung Mai 2016 [42] stellt damit grundsätzlich eine Beurteilungsgrundlage dar. Im vorliegenden Fall wurden alle relevanten Anschlüsse und Fugen vor dem Hintergrund einer erhöhten Sicherheit für ein Hochhaus über die Vorgaben der DIN 4102-4 [42] hinausgehend abgesichert.

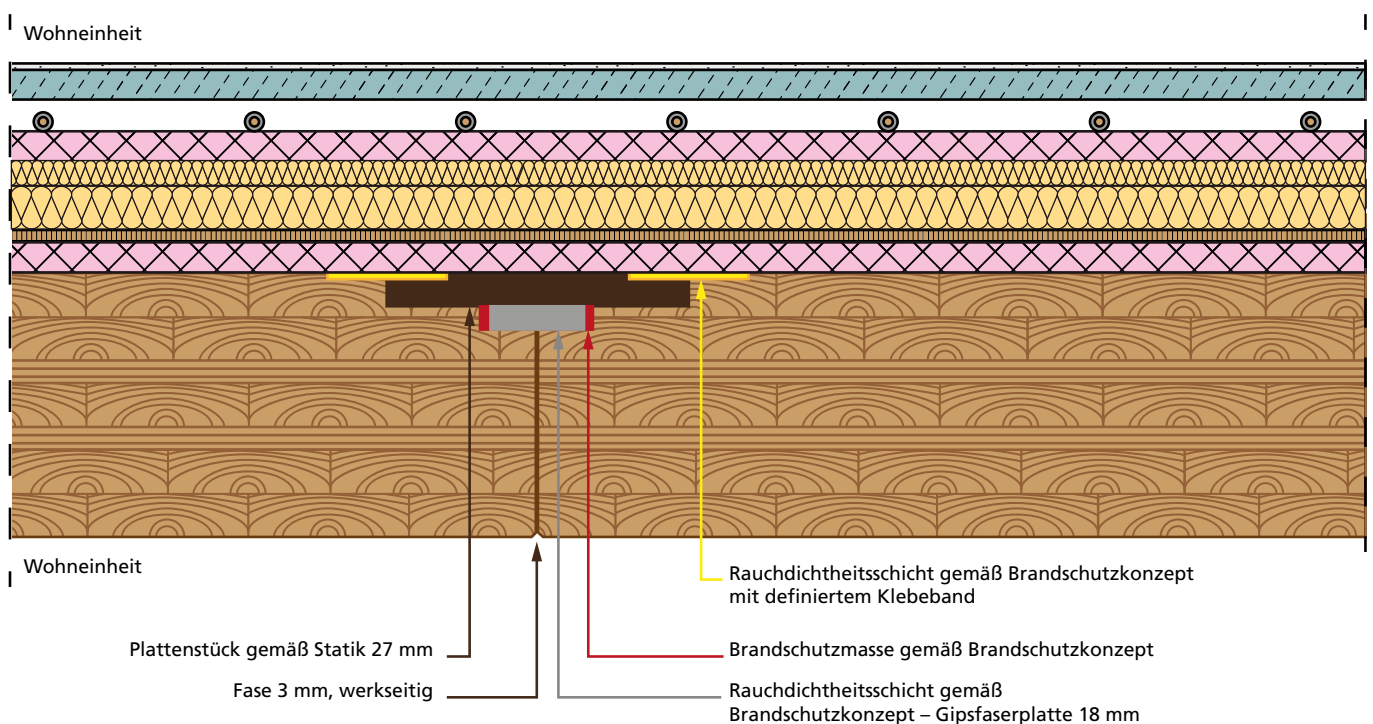
Am Beispiel eines Deckenstoßes soll dies erläutert werden. Unmittelbar über dem Stoß wird eine 18 mm Gipsfaserplatte in einer Nut (beidseitig 3 cm überlappend) angeordnet. Die seitliche Fuge aufgrund von Passungenauigkeiten zwischen GF-Platte und Brettsperrholzdecke wird mittels eines Brandschutz-Acryls gesichert. Die Fugen der Gipsfaserplatte wiederum werden mit einer Holzwerkstoffplatte überlappt. Auf den Fugen zwischen Holzwerkstoffplatte und Brettsperrholzdecke erfolgt noch eine Abklebung mit einem kaltliegenden Klebeband. Oberhalb der Brettsperrholzdecke liegt ein durchgehender Bodenaufbau mit einem 100 mm hohen mineralischen Randdämmstreifen, der komprimiert eingebaut wird. Alleine mit dem Bodenaufbau in Verbindung mit dem Mineralwollgedämmstreifen wird eigentlich schon eine hinreichende Rauchdichtheit erreicht. Der Aufbau ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

Die Konstruktion kann bei korrekter Ausbildung als absolut rauchdicht eingeschätzt werden.

Die Brandbeteiligung der Decke von unten ab Brandbeginn beeinflusst lediglich das Brandszenario (höhere Energiefreisetzung) in der brandbeaufschlagten Nutzungseinheit. Da die Nutzungseinheiten aber mit einer automatischen Wassernebellöschanlage (System Hochdruck) geschützt werden, kann sich ein Vollbrand (eine korrekte Funktion der Anlage vorausgesetzt) gar nicht entwickeln. Das durch die Feuerwehreinsatzkräfte abzulöschende Brandszenario bewegt sich daher in einem absolut vertretbaren Rahmen. Die Anlage wird auch als Kompensation für die Ausbildung der geschoßhohen Verglasungen in der Fassade herangezogen.

Die sonstigen Anforderungen an Hochhäuser gemäß MHR [40] wurden im Regelfall beachtet. Ein erhöhtes Risiko, dass nicht durch die LBO [8] abgedeckt wäre, besteht damit im vorliegenden Fall nicht.

**Abb. 42:**  
Detail Deckenstoß





## 9\_ Literatur

- [1] Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise (M-HFH HolzR). Fassung 2004
- [2] Musterbauordnung (MBO) Fassung November 2002, Zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 13.05.2016
- [3] Hessische Bauordnung, Fassung 28. Mai 2018
- [4] DIN 4102-2, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen. Bauteile: Begriffe, Anforderungen und Prüfungen, Fassung September 1977
- [5] DIN EN 13501-2, Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen (mit Ausnahme von Produkten für Lüftungsanlagen), Deutsche Fassung Dezember 2003
- [6] Landesbauordnung für Baden-Württemberg (LBO), Fassung August 1995
- [7] Landesbauordnung für Baden-Württemberg (LBO zwischen, Fassung Juni 2005
- [8] Landesbauordnung für Baden-Württemberg (LBO), Fassung 5. März 2010, zuletzt geändert 21. November 2017
- [9] Landesbauordnung Hamburg, Fassung 14. Dezember 2005, zuletzt geändert 23. Januar 2018
- [10] Landesbauordnung Berlin, Fassung 29. September 2005, zuletzt geändert 9. April 2018
- [11] Landesbauordnung Nordrhein-Westfalen, Fassung 15. Dezember 2016, zuletzt geändert 21. Dezember 2017
- [12] DIN EN 14135, Brandschutzbekleidungen - Bestimmung der Brandschutzwirkung, Deutsche Fassung EN 14135:2004
- [13] DIN EN 1363-1, Feuerwiderstandsprüfungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen, Deutsche Fassung EN 1363-1:2012
- [14] Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), Ausgabe August 2017 mit Druckfehlerkorrektur vom 11. Dezember 2017; Amtliche Mitteilungen 2017/1 (Ausgabe: 31. August 2017); DIBt (Hrsg.)
- [15] DIN 4102-17, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 17: Schmelzpunkt von Mineralwolle-Dämmstoffen, Begriffe, Anforderungen und Prüfung. Fassung Dezember 2017
- [16] Bayerische Bauordnung (BayBO), Fassung 14. August 2007, zuletzt geändert 10. Juli 2018
- [17] Brandenburgische Bauordnung (BbgBO), Fassung 19. Mai 2016
- [18] vfdb 01/01, Brandschutzkonzept, Fassung April 2008
- [19] Dehne, M., van Lier, M.: Zusammenwirken von baulichen und anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen. 53. vfdb Jahresfachtagung, Tagungsband S. 523 – 549, Essen 2004
- [20] DIN VDE 0833-2, Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall – Teil 2: Festlegungen für Brandmeldeanlagen (BMA). Ausgabe Oktober 2017
- [21] DIN 14675 Brandmeldeanlagen, Aufbau und Betrieb. Deutsche Norm, Ausgabe November 2003
- [22] DIN VDE V 0826-2, Überwachungsanlagen – Teil 2: Brandwarnanlagen (BWA) für Kindertagesstätten, Heime, Beherbergungsstätten und ähnliche Nutzungen - Projektierung, Aufbau und Betrieb). Ausgabe Juli 2018
- [23] DIN EN 1365-1, Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile – Teil 1: Wände, Deutsche Fassung EN 1365-1:2012 + AC:2013
- [24] Muster-Leitungsanlagenrichtlinie (MLAR). Fassung 10. Februar 2015
- [25] DIN EN 1366-3, Feuerwiderstandsprüfungen für Installationen – Teil 3: Abschottungen, Deutsche Fassung EN 1366-3:2009
- [26] Fraunhofer Informationszentrum Raum und Bau IRB. [www.irbdirekt.de](http://www.irbdirekt.de)

- [27] Dehne, M.: Lösung von speziellen Brandschutzproblemen mit Hilfe von Ingenieurmethoden. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, iBMB, TU Braunschweig, Heft 178 (2004), S. 181 – 207
- [28] vfdb-Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes. Erarbeitet vom vfdb-Referat 4 „Ingenieurmethoden des Brandschutzes“, Herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. Dietmar Hosser, 3. Überarbeitete und ergänzte Auflage November 2013
- [29] DIN EN 1995-1-2, Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1995-1-2:2004 + AC:2009
- [30] Thüringer Bauordnung (ThürBO), Fassung 13. März 2014, zuletzt geändert 22. März 2016
- [31] DIN 4102-1, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 1: Baustoffe, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen. Fassung Mai 1995
- [32] DIN EN 13501-1, Deutsche Fassung Dezember 2003
- [33] Lignum, Deutsche Fassung Dezember 2003
- [34] Niedersächsischen Bauordnung (NBauO), Fassung 03. April 2012, zuletzt geändert 25. September 2017
- [35] Niedersächsische Versammlungsstättenverordnung (NVStättVO), Fassung 08. November 2004, zuletzt geändert 13. November 2012
- [36] Allgemeine Durchführungsverordnung zur Niedersächsischen Bauordnung (DVO-NBauO), Fassung 26. September 2012, zuletzt geändert 13. November 2012
- [37] Landesbauordnung für das Land Schleswig-Holstein (LBO), Fassung 22. Januar 2009, zuletzt geändert 08. Juni 2016
- [38] Landesverordnung über den Bau und Betrieb von Versammlungsstätten (VStättVO), Fassung 11. September 2014
- [39] Verordnung über den Bau und Betrieb von Beherbergungsstätten (Beherbergungsstättenverordnung–BStättV), Fassung Juli 2007, zuletzt geändert 08. Juli 2009
- [40] Muster-Richtlinie über den Bau und Betrieb von Hochhäusern (MHHR) vom April 2008, zuletzt geändert im Februar 2012
- [41] Allgemeine Ausführungsverordnung zur Landesbauordnung (LBOAVO) vom 5. Februar 2010 letzte Änderung vom 23. Februar 2017
- [42] DIN 4102-4, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile, Fassung Mai 2016
- [43] Hosser, D.; Dehne, Michael; Zehfuß, J.: Theoretische und experimentelle Grundlagenuntersuchungen zum Brandschutz bei mehrgeschossigen Gebäuden in Holzbauweise; Forschungsauftrag der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung unter Beteiligung des iBMB/MPA der TU Braunschweig sowie der VHT Heusenstamm; Stufe 1: Theoretische Grundlagenuntersuchungen, Stufe 2: Experimentelle Grundlagenuntersuchungen; Abschlussbericht Juli 2000
- [44] Merk, Michael u. a.: Erarbeitung weiterführender Konstruktionsregeln/-details für mehrgeschossige Gebäude in Holzbauweise der Gebäudeklasse 4. Forschungsinitiative Zukunft Bau, F2923. irb-Verlag, Stuttgart 2014

## 10\_ Bildnachweis

Abbildung	Seite	Quelle	Abbildung	Seite	Quelle
Titel	Titel	SCHANKULA Architekten, München	Abb. 15	38	Fotograf Thomas Eicken, 66996 Fischbach
	5	Fotograf Thomas Eicken, 66996 Fischbach	Abb. 16	39	Fotograf Thomas Eicken, 66996 Fischbach
	8	SCHANKULA Architekten, München	Abb. 17	40	Fotograf Thomas Eicken, 66996 Fischbach
Abb. 1	10	Holzbau Deutschland-Institut e.V. (nach Bernd Gammerl)	Abb. 18	41	Fotograf Thomas Eicken, 66996 Fischbach
Abb. 2	11	Holzbau Deutschland-Institut e.V.	Abb. 19	42	Pirmin Jung Deutschland GmbH, Sinzig
Abb. 3	15	Holzbau Deutschland-Institut e.V.	Abb. 20	42	Fotograf Thomas Eicken, 66996 Fischbach
Abb. 4	16	Holzbau Deutschland-Institut e.V.	Abb. 21	43	janbitter.de
Abb. 5	19	siehe Abbildung 8 und 26 und Fotograf Thomas Eicken, 66996 Fischbach	Abb. 22	44	janbitter.de
Abb. 6	20	Holzbau Deutschland-Institut e.V.	Abb. 23	45	janbitter.de
Abb. 5	21	SCHANKULA Architekten, München	Abb. 24	45	Dehne, Kruse Brandschutzingeni- eure GmbH & Co. KG
Abb. 7	24	Hekatron Vertriebs GmbH	Abb. 25	48	ZÜBLIN Timber, Foto: Steffen Spitzner
Abb. 8	27	MULTIMON Industrieanlagen GmbH	Abb. 26	48/49	ZÜBLIN Timber, Foto: Steffen Spitzner
Abb. 9	28	Architektur Kaden Klingbeil Ar- chitekten, Entwurf Tom Kaden, Fotograf Bernd Borchardt	Abb. 27	49	ZÜBLIN Timber
Abb. 10	29	Holzbau Deutschland-Institut e.V. (nach VHT Darmstadt)	Abb. 28	50	ZÜBLIN Timber, Foto: Steffen Spitzner
Abb. 11	30	Holzbau Deutschland-Institut e.V.	Abb. 29	51	BWH Bauwerk Hamburg Pla- nungs GmbH, Hamburg
Abb. 12	32	Holzbau Deutschland-Institut e.V.	Abb. 30	52	Holzbau Deutschland-Institut e.V. (nach BWH Bauwerk Hamburg Planungs GmbH, Hamburg)
Abb. 13	33	Hilti Deutschland AG			
Abb. 14	35	Holzbau Deutschland-Institut e.V.			

**Abbildung Seite Quelle**

Abb. 31	53	Holzbau Deutschland-Institut e.V. (nach BWH Bauwerk Hamburg Planungs GmbH, Hamburg)
Abb. 32	54	Holzbau Deutschland-Institut e.V. (nach BWH Bauwerk Hamburg Planungs GmbH, Hamburg)
Abb. 33	54	Holzbau Deutschland-Institut e.V. (nach BWH Bauwerk Hamburg Planungs GmbH, Hamburg)
Abb. 34	55	Holzbau Deutschland-Institut e.V. (nach green! Landscapes AG, Zürich)
Abb. 35	56	Bild/Rendering : Meissl Architects/ viewture.media
Abb. 36	58	Holzbau Deutschland-Institut e.V. (nach Pirmin Jung Ingenieure AG)
Abb. 37	59	Bild/Rendering: Meissl Architects/ viewture.media
Abb. 38	60	SCHANKULA Architekten, München
Abb. 39	61	Holzbau Deutschland-Institut e.V. (nach SCHANKULA Architekten, München)
Abb. 40	62	SCHANKULA Architekten, München
Abb. 41	63	Kaden + Lager GmbH, Visualisierung „THE THIRD“
Abb. 42	65	Kaden + Lager GmbH



**HOLZBAU  
DEUTSCHLAND  
INSTITUT**

Holzbau Deutschland-Institut e.V.  
Kronenstraße 55-58  
D-10117 Berlin  
[www.institut-holzbau.de](http://www.institut-holzbau.de)

Technische Anfragen an:  
Fachberatung Holzbau  
Telefon 030 / 57 70 19 95  
Montag bis Freitag 9 bis 16 Uhr  
Dieser Service ist kostenfrei.  
[fachberatung@informationsdienst-holz.de](mailto:fachberatung@informationsdienst-holz.de)  
[www.informationsdienst-holz.de](http://www.informationsdienst-holz.de)

Ein Angebot des  
Holzbau Deutschland-Institut e.V.  
In Kooperation mit dem  
Informationsverein Holz e.V.